

## **PENTINGNYA LABORATORIUM FISIKA DI SMA/MA DALAM MENUNJANG PEMBELAJARAN FISIKA**

Sarjono<sup>1</sup>  
sarjono\_mpd@yahoo.com

### ***Abstract***

*Physics is seen as an important lesson to be taught as a separate subject with some considerations. There are two important things that are interrelated and inseparable in the study of physics, namely the study of theory and observation in the physics lab. Both can not be separated from each other, interdependence and mutual filling. Physics is seen as a process and a product so that the success of physics learning should consider effective and efficient learning. Physics lessons provide learning supplies to learners, as a means to cultivate and develop students' thinking skills. This thinking ability is useful for continuing education to a higher level, also useful for solving problems encountered in everyday life. One of the factors that greatly support the success of physics education is the laboratory. Through practicum activities in the laboratory can be shown natural phenomena and physics concepts are discussed in the classroom, can be demonstrated and proven. Besides, practicum activities can foster independent attitude, scientific attitude, interest, honesty and practice psychomotor skills among learners.*

*Keywords:* laboratory, physics lab

### **A. Pendahuluan**

Menurut Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara no. 3 Tahun 2010, Laboratorium adalah unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan, yang berupa ruangan tertutup atau terbuka, bersifat permanen atau bergerak, dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu, dalam rangka pelaksanaan pendidikan, penelitian, dan/atau pengabdian kepada masyarakat<sup>2</sup> (Menpan, 2010). Berbagai laboratorium yang dikenal saat ini antara lain laboratorium industri dalam dunia usaha dan industri, laboratorium rumah sakit dan

---

<sup>1</sup> MAN Pemalang

<sup>2</sup> Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara no. 3 Tahun 2010.

laboratorium klinik dalam dunia kesehatan, laboratorium penelitian dalam dunia ilmu pengetahuan dan teknologi, serta laboratorium di perguruan tinggi dan di sekolah dalam dunia pendidikan.

Fungsi utama laboratorium fisika di sekolah adalah sebagai salah satu sumber belajar fisika di sekolah atau sebagai salah satu fasilitas penunjang proses pembelajaran fisika di sekolah. Agar fungsi utama itu dapat berjalan dengan baik, maka laboratorium fisika sekolah sebaiknya memiliki fasilitas-fasilitas ruangan untuk kegiatan proses pembelajaran fisika, kegiatan administrasi dan pengelolaan laboratorium, kegiatan pemeliharaan dan persiapan (setting) alat-alat laboratorium, dan penyimpanan alat-alat laboratorium. Fasilitas ruangan laboratorium fisika sekolah biasanya terdiri dari ruang praktikum, ruang guru, ruang persiapan, dan ruang penyimpanan. Bentuk, ukuran, denah atau tata letak dan fasilitas dari setiap ruangan itu dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan setiap kegiatan yang dilaksanakan di dalamnya dapat berjalan dengan baik dan nyaman, memudahkan akses dari ruangan yang satu ke ruangan yang lainnya, memudahkan pengontrolan, menjaga keamaan alat-alat dan memelihara keselamatan kerja.

Pembelajaran fisika sangat erat hubungannya dengan praktikum fisika, karena pelajaran fisika penuh dengan teori, konsep, hukum, prinsip dan kaidah tentang fisika, yang semuanya itu perlu diadakan pembuktian melalui praktikum fisika. Praktikum fisika berkaitan erat dengan laboratorium fisika di sekolah yang berisi berbagai fasilitas yang menunjang kegiatan praktikum fisika. Antara pelajaran fisika dengan kegiatan laboratorium tidak dapat dipisahkan, keduanya saling menunjang satu sama lain.

Pelajaran fisika merupakan pelajaran yang membutuhkan verifikasi, pembuktian melalui praktikum. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya peranan laboratorium untuk mencapai tujuan pendidikan fisika. Peningkatan mutu masih merupakan prioritas pembangunan pendidikan di Indonesia, diantaranya adalah perbaikan mutu proses belajar mengajar di kelas dengan berorientasi pada setiap aspek perkembangan siswa. Secara naluriah, siswa menginginkan pengalaman belajar yang konkret, menyenangkan, dan mencakup semua aspek perkembangan dirinya. Sesuai dengan karakteristik pembelajaran fisika di sekolah yang mengutamakan kerja ilmiah sehingga siswa dapat bersikap ilmiah dan selanjutnya konsep yang telah dikuasai akan diterapkan dalam usaha pemenuhan kebutuhan hidup. Tuntutan pembelajaran fisika tidak mungkin dapat terpenuhi apabila tidak didukung oleh kemampuan guru dalam menyelenggarakan kegiatan praktikum di laboratorium sebagai kunci keberhasilan pembelajaran fisika.

Dewey & Kennedy dalam Thompson mengemukakan bahwa peran guru sebagai fasilitator, guru harus mendukung siswa untuk mencari, menganalisis, menafsirkan, dan mengevaluasi data.<sup>3</sup> Berdasarkan fungsinya, pertama, laboratorium menjadi tempat bagi guru untuk mendalami konsep, mengembangkan metode pembelajaran, memperkaya pengetahuan dan keterampilan, dan sebagainya. Kedua, sebagai tempat bagi siswa untuk belajar memahami karakteristik alam dan lingkungan melalui optimalisasi keterampilan proses serta mengembangkan sikap ilmiah. Jadi laboratorium sangat diperlukan dalam pembentukan sikap ilmiah siswa.

Pada kenyataannya, pemanfaatan laboratorium fisika di sekolah-sekolah masih sangat minim. Tak sedikit sekolah yang memiliki laboratorium lengkap, tetapi tidak digunakan dengan maksimal. Berbagai hal menjadi kendalanya, antara lain tidak adanya petugas laboratorium (laboran) yang berfungsi untuk mengelola laboratorium tersebut. Oleh sebab itu, diperlukan usaha dari pihak terkait untuk memberdayakan dan mengaktifkan kembali fungsi laboratorium di sekolah-sekolah demi meningkatkan mutu pendidikan. Dengan adanya tenaga pengelola laboratorium (laboran) di sekolah, sedikit banyaknya dapat membantu mengaktifkan kembali laboratorium yang ada. Sebab, pengelola laboratorium (laboran) bertanggung jawab terhadap administrasi laboratorium berupa buku inventaris alat/bahan, blanko permintaan alat, blanko permintaan bahan, program kegiatan laboratorium, buku harian kegiatan laboratorium, jadwal kegiatan laboratorium, serta menyusun/menata alat menurut jenis dan bahan menurut sifatnya. Sains merupakan pengetahuan tentang dunia alamiah yang terbagi menjadi beberapa bidang, yaitu: biologi, fisika, dan kimia.<sup>4</sup> Sementara itu Mundilarto mengungkapkan bahwa fisika sebagai ilmu dasar memiliki karakteristik yang mencangkup fakta, konsep, prinsip, postulat dan teori serta metodologi keilmuan.<sup>5</sup>

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa fisika merupakan bagian dari sains, fisika merupakan ilmu pengetahuan dari hasil observasi langsung dengan berdasarkan pada fakta dan peristiwa atau gejala alam yang ada disekitar kita yang saling keterkaitan antara satu dengan yang lain. Lebih lanjut dapat dikatakan bahwa fisika merupakan ilmu pengetahuan dari hasil

---

<sup>3</sup> Thompson, C. (2011). Critical Thinking across the Curriculum, Process over Output, *International Journal of Humanities and Social Science* Vol. 1 (9), [Special Issue – July 2011].

<sup>4</sup> Tipler, P. A. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Terjemahan Lea Prasetyo dan Rahmad W. Adi. (Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.1991).hlm.1

<sup>5</sup> Mundilarto. *Penilaian hasil belajar fisika*. (Yogyakarta: pusat pengembangan Instruksional sains (P2IS) 2010).hlm. 4

pengamatan dan eksperimen oleh para ahli yang melahirkan hukum, prinsip, konsep, kaidah yang berupa persamaan matematik atau pernyataan.

## **B. Pembahasan**

Pada hakekatnya fisika merupakan suatu ilmu pengetahuan yang terdiri dari sejumlah teori dan fakta, oleh karena itu pembelajaran fisika disekolah dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu 1)pembelajaran fisika secara teoritis didalam kelas dan 2)pembelajaran fisika secara praktis di laboratorium sekolah. Teori-teori fisika yang diajarkan oleh seorang guru didalam kelas dapat diperkuat atau diverifikasi melalui praktikum fisika di laboratorium fisika di sekolah, sehingga antara teori dan praktek saling memperkuat.Walaupun demikian antara teori dan praktik dapat dilakukan dalam satu ruangan, baik di kelas maupun dilaboratorium fisika, bahkan bisa juga di luar rumah.

### **1. Pembelajaran fisika di kelas**

Pembelajaran fisika yang baik merupakan pembelajaran yang mengarah pada kegiatan kegiatan yang dapat mendorong siswa untuk berperan aktif selama proses pembelajaran dikelas dalam rangka memahami konsep-konsep fisika. Guru fisika diharapkan dapat mendorong siswa dalam pembiasaan berpikir kritis, dengan menumbuhkan kreativitas peserta didik, kemampuan bernalar, berpikir logis dan faktual, sistematis, dan terbuka, karena hakikat sains meliputi sikap, proses dan produk. Pembelajaran fisika akan lebih bermakna bagi diri siswa apabila fenomena alam dihadirkan di hadapan siswa. Pengalaman langsung yang diperoleh siswa akan lebih lama diingat siswa. Kejadian nyata yang dilihat siswa akan memudahkan siswa dalam mempelajari konsep-konsep fisika, sedangkan konsep fisika atau ilmu fisika akan berdaya guna bagi manusia kalau ilmu fisika sudah diwujudkan dalam bentuk alat yang teknologinya berdasarkan konsep yang ada pada fisika.

Berbagai teknologi yang ada dapat digunakan sebagai contoh atau media dalam proses belajar mengajar. Implementasi ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari yang dihadirkan di hadapan siswa disesuaikan dengan tingkat pendidikan siswa. Hampir semua peralatan yang ada disekitar kita, seperti telepon, setrika, kompor listrik dan lain sebagainya semua itu teknologinya menggunakan konsep fisika. Ketika konsep fisika sudah diwujudkan dalam bentuk teknologi yang berupa peralatan rumah tangga, peralatan bengkel, industry atau yang lain, maka disinilah kita baru terasa bahwa ilmu fisika merupakan ilmu yang sangat esensial yang bermanfaat secara nyata dalam kehidupan sehari-hari.

## 2. Praktikum fisika di laboratorium

Laboratorium fisika sangat erat hubungannya dengan kegiatan ilmiah, langkah dasar dalam metode ilmiah meliputi: 1) merumuskan masalah, 2) mengumpulkan informasi tentang masalah, 3) menentukan hipotesis, 4) melakukan percobaan untuk menguji hipotesis, 5) mencatat dan menganalisa data, 6) menarik kesimpulan<sup>6</sup> (Hurd, *et al*, 1993 : 7). Selama bertahun-tahun, banyak para ahli berpendapat bahwa sains tidak bisa bermakna bagi peserta didik tanpa pengalaman praktis di laboratorium sekolah<sup>7</sup> (Hofstein & Naaman : 2007). Lebih lanjut Hofstein & Naaman menyatakan bahwa kegiatan laboratorium dapat meningkatkan pemahaman peserta didik tentang konsep-konsep dalam science dan penerapannya, keterampilan praktis ilmiah dan kemampuan pemecahan masalah, pembiasaan berpikir ilmiah, pemahaman tentang bagaimana ilmu pengetahuan dan ilmuwan bekerja, minat dan motivasi.

Laboratorium fisika disekolah merupakan bagian integral yang tak terpisahkan dari pembelajaran fisika di kelas, dan telah memberikan kontribusi yang besar terhadap upaya peningkatkan kualitas pendidikan dan pengajaran fisika disekolah. Praktikum verifikatif adalah serangkaian kegiatan pengamatan, pengukuran, pengolahan data, dan penarikan kesimpulan yang bertujuan untuk membuktikan konsep atau hukum yang sudah diajarkan di kelas. Hal ini senada dengan Chiapetta & Koballa yang menyatakan bahwa tujuan yang paling umum dalam pembelajaran sains dalam kegiatan laboratorium verifikasi atau deduktif untuk membuktikan konsep konsep, prinsip – prinsip, dan hukum yang telah diajarkan sebelumnya.<sup>8</sup>

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa laboratorium fisika disekolah merupakan suatu tempat baik terbuka maupun tertutup yang berisi suatu alat percobaan atau praktikum pelajaran fisika yang berfungsi untuk memberikan kepastian, memferivikasi suatu teori, kaidah, prinsip, konsep atau hukum dalam fisika serta menguatkan informasi. Selain itu laboratorium fisika disekolah juga merupakan salah satu sumber belajar fisika di sekolah, atau sebagai salah satu fasilitas penunjang proses pembelajaran fisika di sekolah. Selain itu laboratorium dapat dimanfaatkan

---

<sup>6</sup> Hurd, D, Silver, M&Bavher, A.B. *Fundamental Science*, (Massachusetts: Prentice Hall, 1993).

<sup>7</sup> Hofstein, A & Naaman, R. M. *The laboratory in science education: the state of the art, department of Science Teaching*, The Weizmann Institute of Science, Rehovot, (Israel, Chemistry Education Research and Practice, 2007). Vol. 8, (2), p. 105-107.

<sup>8</sup> Chiappetta, E. L. & Koballa, R. T. *Science Instruction in the Middle and Secondary School*. (Toronto : Maxwell macmillan Canada:2010) hln. 218.

untuk mengembangkan berbagai kompetensi siswa yang menjadi tujuan proses pembelajaran fisika di sekolah.

Pada umumnya model verifikasi inilah yang lazim dilakukan oleh sekolah atau madrasah selama ini, yaitu peserta didik diarahkan pada upaya pembuktian hukum atau konsep fisika yang telah dipelajari. Hal ini dilakukan untuk dapat memahami fisika secara utuh, mengingat antara pelajaran fisika dengan kegiatan laboratorium tidak dapat dipisahkan, keduanya saling menunjang satu sama lain. Kegiatan laboratorium dapat mempermudah konsep-konsep dalam fisika, meningkatkan sikap positif terhadap peserta didik, dapat meningkatkan keterampilan peserta didik dalam pemecahan masalah fisika, dapat meningkatkan kemampuan bekerja sama antar peserta didik, dan mengembangkan sikap kritis peserta didik.

Secara umum, laboratorium merupakan tempat latihan dengan fokus utama pada verifikasi hukum dan prinsip-prinsip yang telah ditetapkan, atau penemuan pada pengetahuan fakta-fakta obyektif.<sup>9</sup> Fungsi utama laboratorium fisika sekolah adalah sebagai salah satu sumber belajar fisika di sekolah atau sebagai salah satu fasilitas penunjang proses pembelajaran fisika di sekolah. Hal ini senada dengan Coxyang menyatakan bahwa siswa menyelidiki konsep-konsep ilmu fisika melalui pengalaman di laboratorium dan studi lapangan dengan menggunakan proses penyelidikan.<sup>10</sup>

Ada empat tujuan dari kegiatan laboratorium, yaitu mendorong siswa untuk (1) praktek melihat masalah dan mengatasinya, (2) menemukan fakta dan baru prinsip, (3) mengembangkan kemampuan untuk bekerja sama, (4) mengembangkan sikap kritis<sup>11</sup> (Santiboon: 2012). Ruang praktikum merupakan bagian utama dari sebuah laboratorium fisika sekolah. Ruang praktikum adalah ruang tempat berlangsungnya proses pembelajaran fisika di laboratorium. Proses pembelajaran fisika di dalam ruang praktikum dapat berupa peragaan atau demonstrasi, praktikum perorangan atau kelompok, dan penelitian.

Agar fungsi utama itu dapat berjalan dengan baik, maka laboratorium fisika sekolah sebaiknya memiliki fasilitas-fasilitas ruangan untuk kegiatan proses pembelajaran fisika, kegiatan administrasi dan pengelolaan

<sup>9</sup> Unal, C & Ozdemir, O. F. (2013). A physics laboratory course designed using problem-based, learning for prospective physics teachers, *European Journal of Science and Mathematics Education* Vol. 1, (1).

<sup>10</sup> Cox, K, (2006). *State Superintendent of Schools Physical Science*, Georgia Department of Education, Grades 9-12 Revised, P 1- 8, July 13, 2006.hlm.5

<sup>11</sup> Santiboon, T., Chumpolkulwong, S., Yabosdee, P., & Klinkaewnarong, J. (2012). Assessing Science Students' Perceptions in Learning Activities Achievements in Physics Laboratory Classrooms in Udon Thani Rajabhat University, *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol. 3, No. 2, April 2012.

laboratorium, kegiatan pemeliharaan dan persiapan (setting) alat-alat laboratorium, dan penyimpanan alat-alat laboratorium. Fasilitas ruangan laboratorium fisika sekolah biasanya terdiri dari ruang praktikum, ruang guru, ruang persiapan, dan ruang penyimpanan. Bentuk, ukuran, denah atau tata letak dan fasilitas dari setiap ruangan itu dirancang sedemikian rupa sehingga memungkinkan setiap kegiatan yang dilaksanakan di dalamnya dapat berjalan dengan baik dan nyaman, memudahkan akses dari ruangan yang satu ke ruangan yang lainnya, memudahkan pengontrolan, menjaga keamaan alat-alat dan memelihara keselamatan kerja.

Sementara itu Algan 1999 & Staech (1995) dalam Kaya & Böyük menyatakan bahwa pembelajaran berbasis laboratorium dapat meningkatkan keterampilan siswa untuk lebih memahami konsep-konsep, dan menyesuaikannya dengan kehidupan sehari-hari dan memberikan sikap positif terhadap pelajaran fisika.<sup>12</sup> Keberadaan dan keadaan suatu laboratorium bergantung kepada tujuan penggunaan laboratorium, peranan atau fungsi yang akan diberikan kepada laboratorium dan manfaat yang akan diambil dari laboratorium.

Pada pembelajaran fisika disekolah keberadaan laboratorium menjadi sangat penting. Pada konteks proses belajar mengajar fisika di sekolah-sekolah seringkali istilah laboratorium diartikan dalam pengertian sempit yaitu suatu ruangan yang di dalamnya terdapat sejumlah alat-alat dan bahan praktikum. Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa laboratorium fisika merupakan suatu tempat baik terbuka maupun tertutup yang berisi suatu alat percobaan atau praktikum pelajaran fisika yang berfungsi untuk memberikan kepastian, memferivikasi suatu teori, konsep atau hukum dalam fisika serta menguatkan informasi.

Adapun tujuanyang mendasar dari kegiatan laboratorium fisika disekolah antara lain :

- 1) *The introductory laboratory should engage each student in significant experiences with experimental processes, including some experience designing investigations.*
- 2) *The laboratory should help the student develop a broad array of basic skills and tools of experimental physics and data analysis.*
- 3) *The laboratory should help students master basic physics concepts.*
- 4) *The laboratory should help students to understand the role of direct observation in physics and to distinguish between inferences based on theory and on the outcomes of experiments.*
- 5) *The laboratory should help*

---

<sup>12</sup> Kaya, K & Böyük, U. (2008). Attitude Towards Physics Lessons And Physical Experiments Of The Hight School Students, Department of Science Education, Education Faculty, Erciyes University, Kayseri, Turkey. *European Journal of Physics Education* Vol. 2 No. 1 ISSN 1309 7202.

*students develop collaborative learning skills that are vital to success in many lifelong endeavors<sup>13</sup> (APPT, 1998).*

Berdarakan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa peranan atau fungsi laboratorium fisika sekolah adalah sebagai salah satu sumber belajar fisika di sekolah, atau sebagai salah satu fasilitas penunjang proses pembelajaran fisika di sekolah, dan laboratorium dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan berbagai kompetensi siswa yang menjadi tujuan proses pembelajaran fisika di sekolah.

Proses pembelajaran fisika di dalam ruang praktikum dapat berupa peragaan atau demonstrasi, praktikum perorangan atau kelompok, dan penelitian. Proses pembelajaran di ruang praktikum menuntut tempat yang lebih luas dari pada proses pembelajaran klasikal di dalam kelas biasa, oleh karena itu luas ruang praktikum harus dapat memberikan keleluasaan bergerak kepada siswa dan guru selama melakukan proses pembelajaran. Luas ruang praktikum ini tentu harus memperhitungkan jumlah siswa dan guru yang akan melaksanakan proses pembelajaran fisika di dalamnya. Luas ruang praktikum biasanya antara satu setengah sampai dua kali luas ruang kelas.

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa laboratorium fisika merupakan suatu tempat baik terbuka maupun tertutup yang berisi suatu alat percobaan atau praktikum pelajaran fisika yang berfungsi untuk memberikan kepastian, memferivikasi suatu teori, kaidah, prinsip, konsep atau hukum dalam fisika serta menguatkan informasi.

### **C. Penutup**

Fungsi laboratorium fisika disekolah adalah sebagai salah satu sumber belajar fisika di sekolah, atau sebagai salah satu fasilitas penunjang proses pembelajaran fisika di sekolah, selain itu laboratorium juga dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan berbagai kompetensi siswa yang menjadi tujuan proses pembelajaran fisika di sekolah. Keberadaan dan keadaan suatu laboratorium bergantung kepada tujuan penggunaan laboratorium, peranan atau fungsi yang akan diberikan kepada laboratorium, dan manfaat yang akan diambil dari laboratorium.

Praktikum merupakan hal penting dalam belajar ilmu fisika, walaupun demikian tidak sedikit sekolah yang belum mempunyai peralatan praktikum yang sesuai dengan yang dibutuhkan, hal ini tentu saja dapat mengambat kualitas pembelajaran.

---

<sup>13</sup> American Association of Physics Teachers.(1998). Goals of the Introductory Physics Laboratory.*American Journal of Physics*, Vol. 66(6), June 1998, pp. 483-485.

## **Daftara Pustaka**

- American Association of Physics Teachers.(1998). Goals of the Introductory Physics Laboratory.*American Journal of Physics*, Vol. 66(6), June 1998, pp. 483-485.
- Chiappetta, E. L. & Koballa, R. T. (2010).*Science Instruction in the Middle and Secondary School*.Toronto : Maxwell macmillan Canada.
- Cox, K, (2006).*State Superintendent of Schools Physical Science*, Georgia Department of Education, Grades 9-12 Revised, P 1- 8, July 13, 2006.
- Hofstein, A & Naaman, R. M. (2007).*The laboratory in science education: the state of the art, department of Science Teaching*. The Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel, Chemistry Education Research and Practice, Vol. 8, (2), p. 105-107.
- Hurd, D, Silver, M & Bavher, A.B. (1993).*Fundamental Science*, Massachusetts: Prentice Hall.
- Kaya, H & Böyük, U. (2008). Attitude Towards Physics Lessons And Physical Experiments Of The Hight School Students, Department of Science Education, Education Faculty, Erciyes University, Kayseri, Turkey. *European Journal of Physics Education* Vol. 2 No. 1 ISSN 1309 7202.
- Makgato, M & Mji, A. (2006). Factors associated with high school learners' poor performance, a spotlight on mathematics and physical science, *South African Journal of Education*, Vol 26 (2) 253-266.
- Mundilarto.(2010). *Penilaian hasil belajar fisika*. Yogyakarta: pusat pengembangan Instruksional sains (P2IS).
- Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara no. 3 Tahun 2010*
- Santiboon,T.,Chumpolkulwong, S., Yabosdee, P., & Klinkaewnarong, J. (2012). Assessing Science Students' Perceptions in Learning Activities Achievements in Physics Laboratory Classrooms in Udon Thani Rajabhat University.*International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol. 3, No. 2, April 2012.
- Tipler, P. A. (1991). *Fisika Untuk Sains dan Teknik*.Terjemahan Lea Prasetyo dan Rahmad W. Adi. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.

Unal, C & Ozdemir, O. F. (2013). A physics laboratory course designed using problem-based, learning for prospective physics teachers, *European Journal of Science and Mathematics Education* Vol. 1, (1).