ISBN 978-602-19877-2-8

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL
PENDIDIKAN MIPA 2014

Padang, 1 November 2014

Tema : Implementasi Pendekatan Saintifik
Dalam Pembelajaran MIPA

Keynote Speaker :

Prof. Dr. Lufri, M.S.
Dr. Diana Chintaniawati, M.Ed.

Penyelenggara :

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang**

PENGEMBANGAN SET EKSPERIMEN FISIKA BERBASIS MIKROKONTROLER DAN ANTAR MUKA PERSONAL KOMPUTER

Yohandri¹, Maisa Fitri², Yohanna Dasriyani²

¹Staf Pengajar Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Padang

²Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

Email yohandri.unp@gmail.com

ABSTRAK

Pendekatan saintifik dalam kurikulum 2013 mengharuskan peserta didik untuk terlibat aktif dalam mengobservasi, mengamati, mencoba, mengasosiasi dan mengkomunikasikan materi yang dipelajari. Untuk mendukung tuntutan kurikulum tersebut, dibutuhkan sarana dan media yang memadai seperti set eksperimen atau alat praktikum di laboratorium. Makalah ini menyajikan tentang pengembangan beberapa set eksperimen Fisika berbasis mikrokontroler dan antar muka personal komputer. Berdasarkan data hasil pengujian dan pengukuran dapat diketahui bahwa kualitas set eksperimen hasil pengembangan sangat baik. Kualitas ini dinilai berdasarkan ketepatan dan ketelitian alat yang cukup tinggi. Dengan demikian, set eksperimen yang dikembangkan ini layak dan dapat digunakan dalam eksperimen Fisika di laboratorium.

Keyword: Set Eksperimen, Mikrokontroler, Praktikum, Kualitas alat

6. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tidak dapat dilepaskan dari peranan suatu eksperimen. Dalam bidang ilmu fisika, eksperimen memiliki peranan yang sangat penting. Melalui eksperimen berbagai fenomena dan hukum-hukum dasar dalam fisika dapat diungkapkan atau dibuktikan. Disamping itu, eksperimen juga sangat penting dalam proses pembelajaran di sekolah. Beberapa keuntungan kegiatan praktikum/eksperimen adalah untuk membangkitkan motivasi belajar, mengembangkan keterampilan dasar bereksperimen, sebagai wahana belajar pendekatan ilmiah dan menunjang pemahaman materi pelajaran (Woolnough, B. and Allsop, T., : 1985).

Secara garis besar peranan kegiatan eksperimen dapat dikategorikan dalam tiga tujuan. Tujuan pertama adalah untuk menguji atau membuktikan semua ilmu pengetahuan (Feynman, Leighton and Sands 1963, p. 1-1). Tujuan ketiga, untuk menemukan penjelasan teori terhadap suatu fenomena baru (Hacking 1983, p. 156). Tujuan ketiga adalah untuk mengkonfirmasi teori atau memberikan penjelasan teori lebih lanjut (Franklin A., 2012).

Pentingnya peranan eksperimen juga tertuang dalam kurikulum pendidikan yang menerapkan pendekatan saintifik. Dalam pendekatan saintifik terdapat beberapa aktivitas yaitu mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyajikan, menyimpulkan dan mencipta untuk semua mata pelajaran (Sudarwan : 2013). Pendekatan saintifik ini diterapkan dengan langkah-langkah metode ilmiah yaitu melakukan pengamatan, menentukan hipotesis, merancang eksperimen untuk menguji hipotesis, menguji hipotesis, menerima atau menolak hipotesis dan merevisi hipotesis atau membuat kesimpulan (Helmenstine : 2013).

Untuk dapat melakukan kegiatan eksperimen yang baik maka dibutuhkan peralatan yang bermutu dan memenuhi kebutuhan eksperimen. Ketersediaan alat yang berkualitas dan kemampuan operator dalam menggunakan alat sangat mempengaruhi kualitas dari suatu eksperimen (McKinney, W., :1992). Dalam rangka memenuhi kebutuhan alat eksperimen, dalam makalah ini akan dijabarkan beberapa pengembangan set eksperimen fisika berbasis mikrokontroler dan antar muka personal komputer. Beberapa pengembangan eksperimen yang telah dilakukan antara lain eksperimen gerak jatuh

bebas, eksperimen GLB/GLBB, eksperimen penentuan kapasitansi dengan metoda waktu paroh dan eksperimen penentuan koefisien gesek statis.

7. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan kualitas dari alat eksperimen yang telah dikembangkan maka dilakukan karakterisasi dan pengujian alat. Dalam uraian berikut akan dipaparkan kinerja dari tiap alat yang telah dikembangkan.

a. Eksperimen Gerak Jatuh Bebas

Eksperimen gerak jatuh bebas digunakan untuk menentukan nilai percepatan gravitasi bumi (g). Penentuan besarnya percepatan gravitasi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut

$$g = \frac{2h}{t^2}$$

Dalam persamaan ini, h adalah ketinggian dan t adalah waktu tempuh benda mulai saat tepat jatuh sampai menyentuh landasan.

Dalam eksperimen gerak jatuh bebas, pengembangan alat difokuskan pada perancangan *timer*, pengatur ketinggian dan menampilkannya pada personal komputer. Sistem *timer* alat dibangun berbasis mikrokontroler yang dikendalikan oleh dua saklar yaitu *start* dan *stop*. Ketinggian dapat diatur dari PC dengan beberapa konfigurasi diskrit. Gambar 1 menampilkan desain alat eksperimen gerak jatuh bebas.

Secara sederhana, cara kerja dari eksperimen gerak jatuh bebas ini digambarkan dalam blok diagram seperti terlihat dalam Gambar 2. Untuk mengetahui ketelitian dari alat eksperimen ini, distribusi hasil pengukuran beberapa kali diamati dan diplot dalam sebuah grafik. Berdasarkan hasil eksperimen diperoleh ketelitian rata-rata 0,991 dengan kesalahan relatif rata-rata 4,248% seperti terlihat pada Gambar 3.

Gambar 1 Desain eksperimen gerak jatuh bebas

Gambar 2 Blok diagram eksperimen gerak jatuh bebas

Gambar 3 Grafik ketelitian eksperimen gerak jatuh bebas

b. Eksperimen GLB/GLBB

Eksperimen GLB/GLBB bertujuan untuk menentukan kecepatan dan percepatan rata-rata sebuah benda yang bergerak. Dalam eksperimen ini, waktu tempuh sebuah benda

yang bergerak dari suatu titik ke titik berikutnya diukur. Berdasarkan waktu tempuh dan jarak antara dua titik pengamatan dapat ditentukan kecepatan dan percepatan rata-rata dari sebuah benda. Untuk mengendalikan pencatatan waktu, set eksperimen ini dilengkapi dengan dua sensor sebagai pemicu *start* dan pemicu *stop*. Dengan demikian, ketika sebuah benda lewat didepan sensor maka proses perhitungan waktu akan otomatis dimulai atau dihentikan. Desain dari eksperimen GLB/GLBB seperti pada Gambar 4.

Gambar 4 Desain eksperimen GLB/GLBB

Sistem eksperimen GLB/GLBB ini juga dibangun berbasis mikrokontroler dengan displai *sevent-segment*. Kendali *start* dan *stop* dibangun menggunakan dua pasang rangkaian multivibrator seperti pada Gambar 5.

Gambar 5 Blok diagram sistem GLB/GLBB

Dalam eksperimen data hasil pengukuran yang diambil adalah jarak dan waktu tempuh. Berdasarkan jarak dan waktu tempuh dapat dilihat hubungan kedua variabel tersebut seperti dilukiskan dalam grafik pada Gambar 6 untuk GLB dan Gambar 7 untuk GLBB.

Gambar 6 Hubungan jarak dengan waktu untuk eksperimen GLB

Gambar 7 Hubungan jarak dengan waktu untuk eksperimen GLBB

c. Penentuan Kapasitansi dengan Metoda Waktu Paroh

Penentuan kapasitansi kapasitor dapat dilakukan dengan cara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung dilakukan melalui pengukuran menggunakan alat ukur kapasitansi meter, sementara secara tidak langsung dapat dilakukan dengan metoda waktu paroh. Metoda waktu paroh adalah suatu metoda dimana nilai kapasitansi kapasitor dihitung berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk mengisi kapasitor sampai tegangan kapasitor setengah dari nilai tegangan pengisi yang diberikan. Besarnya nilai kapasitansi dihitung menggunakan persamaan berikut

$$C = \frac{t_{1/2}}{R \ln 2}$$

Disini C adalah nilai kapasitansi kapasitor, $t_{1/2}$ adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengisi kapasitor sampai tegangannya setengah tegangan pengisi dan R adalah nilai

resistor yang digunakan dalam rangkaian pengisian kapasitor.

Sistem eksperimen penentuan kapasitansi ini dibangun menggunakan dua buah mikrokontroler yang masing-masing berfungsi sebagai *timer* dan sebagai pengukur tegangan kapasitor. Pada saat saklar *start* ditekan maka *timer* mikrokontroler mulai bekerja dan setelah tegangan pada kapasitor terukur memiliki nilai setengah dari tegangan pengisisnya maka *timer* dihentikan. Berdasarkan waktu yang tercatat ini maka dihitung nilai kapasitansi dari kapasitor. Secara sederhana blok diagram dari eksperimen pengisian kapasitor seperti pada Gambar 8.

Gambar 8 Blok diagram sistem penentuan kapasitor dengan metoda waktu paroh

Proses perhitungan, penampilan data dan grafik proses pengisian kapasitor dalam eksperimen ditampilkan langsung melalui PC. Gambar 9 menampilkan bentuk tampilan eksperimen penentuan nilai kapasitansi kapasitor pada PC.

Berdasarkan hasil eksperimen diperoleh bahwa sistem penentuan yang dirancang menghasilkan penentuan yang akurat. Hal ini terlihat dari hasil perhitungan alat yang nilainya sangat dekat dengan hasil pengukuran langsung menggunakan kapasitansi meter. Grafik perbandingan data eksperimen dengan nilai pengukuran langsung menggunakan alat seperti pada Gambar 10.

Gambar 9 Tampilan eksperimen penentuan kapasitor dengan metoda waktu paroh pada PC

Gambar 10 Hubungan nilai kapasitansi perhitungan dengan pengukuran alat standar

d. Penentuan Koefisien Statis

Sesuai dengan judul eksperimennya, set eksperimen ini bertujuan untuk menentukan besarnya koefisien statis dari suatu benda. Penentuan ini dilakukan dengan menggunakan apparatus bidang miring seperti terlihat dalam desain dan foto alat pada Gambar 11 dan Gambar 12 berikut ini.

Gambar 11 Desain eksperimen penentuan koefisien statis benda pada bidang miring

Gambar 12 Foto set eksperimen penentuan koefisien gesek statis benda pada bidang miring

Penentuan koefisien statis dari suatu benda yang bergerak pada bidang miring dapat dilakukan menggunakan persamaan

$$\mu_s = \frac{w \sin \theta}{w \cos \theta} = \tan \theta$$

Disini μ_s adalah koefisien gesek statis dan θ adalah sudut yang terbentuk antara bidang miring dengan bidang datar (sumbu - x).

Berdasarkan persamaan di atas dapat diamati bahwa, besarnya koefisien gesek statis ditentukan melalui besarnya sudut saat sebuah benda tepat meluncur pada bidang miring. Untuk mengamati kapan sebuah benda tepat

meluncur dalam eksperimen ini digunakan sebuah sensor *phototransistor* yang dapat mendeteksi pergerakan sebuah benda. Sementara itu, untuk menghitung besarnya sudut digunakan sensor *accelerometer*. Saat sensor *phototransistor* mendeteksi benda mulai bergerak maka sensor *accelerometer* akan mencatat besarnya sudut bidang miring yang terbentuk dan koefisien gesek statis dihitung menggunakan persamaan. Blok diagram dari eksperimen koefisien gesek statis ini seperti terlihat pada Gambar 13.

Gambar 13 Blok diagram sistem penentuan koefisien gesek statis benda pada bidang miring

Untuk mengetahui kinerja alat yang dikembangkan maka hasil pengukuran alat dibanding dengan hasil pengukuran menggunakan alat standar. Seperti terlihat dalam persamaan, bahwa koefisien gesek statis ditentukan oleh sudut, maka variabel sudut sangat menentukan terhadap hasil perhitungan nilai koefisien gesek statis. Untuk mengetahui ketepatan pengukuran sudut oleh sensor *accelerometer* maka diplot hasil perbandingan antara pengukuran sensor dengan hasil pembacaan alat standar seperti pada Gambar 14.

Gambar 14 Grafik hubungan hasil pengukuran sudut kemiringan oleh sistem dengan pengukuran sudut kemiringan menggunakan busur

Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa pengukuran sudut oleh sensor cukup akurat sehingga dapat digunakan untuk menghitung besarnya koefisien gesek statis.

Grafik dalam Gambar 15 menampilkan hasil pengukuran koefisien gesek statis untuk beberapa jenis benda dan bidang luncur dan perbandingannya dengan hasil pengukuran menggunakan alat standar.

Gambar 15 Grafik perbandingan koefisien gesek statis sistem dengan alat standar

Berdasarkan data grafik pada Gambar 15 diperoleh, ketepatan relatif rata-rata pengukuran adalah 94,79%. Data ini menunjukkan bahwa set eksperimen yang dikembangkan dapat digunakan dalam kegiatan eksperimen atau praktikum laboratorium.

8. KESIMPULAH

Merujuk pada data hasil pengukuran dan kinerja alat secara umum dapat dikemukakan beberapa kesimpulan. Pertama, ketepatan alat hasil pengembangan cukup tinggi dengan nilai rata-rata berada diatas 90%. Kedua, ketelitian alat secara umum juga dapat dinyatakan sangat baik dengan ketelitian lebih besar dari 90%. Berdasarkan data ketepatan dan ketelitian ini dapat dikemukakan bahwa alat-alat hasil eksperimen telah berhasil dikembangkan dan dapat digunakan dalam kegiatan ekseperimen dan praktikum di Laboratorium.

9. DAFTAR PUSTAKA

- Feynman, R.P., R.B. Leighton and M. Sands 1963. *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company
- Franklin, Allan, (2012), Experiment in Physics, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/archives/win2012/entries/physics-experiment/>
- Hacking, I. 1983. *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Maissa Fitri, (2014), Pembuatan Sistem Penentuan Koefisien Gesek Statis Benda Pada Bidang Miring Secara Digital Berbasis Mikrokontroler Skripsi, Jurusan Fisika FMIPA UNP.
- McKinney, W. (1992). *Plausibility and Experiment: Investigations in the Context of Pursuit*. History and Philosophy of Science. Bloomington, IN, Indiana.
- Woolnough, B. and Allsop, T., (1985), *Practical Work in Science*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Yohanna Dasriyani, (2014), Pembuatan Set Eksperimen Gerak Jatuh Bebas Berbasis Mikrokontroler Dengan Tampilan PC, Skripsi, Jurusan Fisika FMIPA UNP.