

Pengembangan Alat Peraga Kalor Jenis pada Pokok Bahasan Suhu Dan Kalor Berbasis Arduino

Siti Nurjanah¹⁾, Yusro Al Hakim²⁾, Eko Setyadi Kurniawan³⁾

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Fisika
Universitas Muhammadiyah Purworejo
Jl. K.H. Ahmad Dahlan No. 3 Purworejo

Email: nurjanah.clp95@gmail.com¹⁾, hakim_2014@mail.ugm.ac.id²⁾, ekosetyadik@gmail.com³⁾

Intisari - Telah dilakukan penelitian pengembangan alat peraga kalor jenis berbasis Arduino untuk mengembangkan alat peraga kalor jenis, dan mengetahui respon siswa terhadap penggunaan alat peraga kalor jenis dalam proses pembelajaran suhu dan kalor. Penelitian ini mengacu pada model pengembangan ADDIE dengan tahapan yaitu analysis, design, development, implementation, dan evaluation, dengan subjek penelitian yaitu siswa kelas X IPA 1 MA Syamsul Huda Kedungreja berjumlah 23 siswa. Data diperoleh dengan melakukan studi literatur, observasi, wawancara, angket, dan uji coba laboratorium. Dari hasil uji coba alat yang dilakukan diperoleh nilai rata-rata ralat kalor jenis aluminium ($0,215 \pm 0,000$) kal/gr $^{\circ}\text{C}$, dan nilai rata-rata ralat kalor jenis besi ($0,106 \pm 0,001$) kal/gr $^{\circ}\text{C}$, dengan nilai acuan standar aluminium 0,215 kal/g $^{\circ}\text{C}$ dan besi 0,107 kal/g. Berdasarkan nilai ralat yang diperoleh menunjukkan bahwa alat peraga kalor jenis memiliki nilai keakuratan yang baik. Hasil validasi alat peraga kalor jenis diperoleh rerata persentase sebesar 82,85% dengan kategori sangat baik. Hasil penilaian keterlaksanaan pembelajaran menggunakan alat peraga yang dilakukan oleh observer diperoleh persentase dengan rerata sebesar 85% kategori sangat baik, Respon siswa terhadap alat peraga kalor jenis yang dikembangkan sebesar 82,98% kategori sangat baik. Dengan demikian alat peraga kalor jenis berbasis arduino layak dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

Kata kunci: Alat Peraga, Suhu dan Kalor, Kalor Jenis, Arduino.

I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu kebutuhan pokok setiap individu yang harus terpenuhi baik yang terjadi di dalam maupun di luar lembaga pendidikan. Mengingat sangat pentingnya pendidikan bagi kehidupan maka dalam prosesnya harus dilaksanakan sebaik-baiknya. Proses pendidikan dapat dilalui melalui proses pembelajaran, dimana proses pembelajaran merupakan suatu kegiatan melaksanakan kurikulum pemerintah agar dapat mempengaruhi siswa mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) merupakan sebuah kurikulum operasional pendidikan yang disusun oleh pemerintah sebagai penyempurna Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK). Dalam keterlaksanaannya pihak sekolah diberi keleluasaan untuk mengembangkan kurikulum sesuai dengan karakteristik, kebutuhan, potensi sekolah dan daerahnya.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) Nomor 22 Tahun 2006 tentang Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar SMA/ MA untuk pembelajaran fisika dilaksanakan secara inkuiri ilmiah untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta komunikasi sebagai salah satu aspek penting kecakapan hidup. Fisika sebagai ilmu sains bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Pendidikan fisika harus menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar siswa mampu memahami apa yang sedang dipelajari salah satunya melalui alat peraga. Turut berperannya alat peraga dalam pencapaian tujuan pembelajaran, tidak semata-mata mampu merubah metode mengajar menjadi lebih baik, melainkan sebagai alat bantu dalam menyampaikan pesan dan isi

pelajaran. Alat peraga dapat memberikan visualisasi konsep yang sebenarnya sehingga siswa mampu memahami dan memiliki kesamaan arti terhadap maksud dari penyampaian materi yang disampaikan guru di depan kelas.

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di MA Syamsul Huda dan wawancara dengan guru fisika diperoleh informasi bahwa proses pembelajaran fisika masih mengacu pada kurikulum KTSP. Metode pembelajaran yang digunakan sejauh ini hanya menggunakan metode konvensional, dan *text book oriented* sehingga selama proses pembelajaran hanya terpaku pada buku dan penyelesaian soal-soal. Alat peraga yang dimiliki pihak sekolah untuk mata pelajaran fisika masih sangat terbatas, bahkan bisa dikatakan belum ada. Rasa ingin tahu dan motivasi untuk belajar siswapun masih kurang, siswa memilih asyik bermain dengan temannya daripada mengerjakan soal maupun menanyakan materi yang belum bisa mereka pahami.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka penulis mengembangkan alat peraga kalor jenis sebagai alat bantu pembelajaran. Dalam Pengembangan alat peneliti melakukan sebuah inovasi dengan memodifikasi kalorimeter yang dipadukan dengan penggunaan sensor *load cell* sebagai timbangan digital dan sensor DS18B20 sebagai pengukur suhu dengan sistem pengolahan data menggunakan Arduino. Arduino digunakan karena kelebihanannya yang *low power*, sehingga penggunaannya cocok untuk digunakan sebagai sistem kendali dalam pembuatan alat peraga fisika di SMA.

II. LANDASAN TEORI

A. Alat Peraga

Alat peraga dalam proses pembelajaran IPA khususnya fisika merupakan alat yang digunakan untuk menjelaskan konsep, sehingga siswa memperoleh kemudahan dalam memahami hal-hal yang dikemukakan guru,

Memantapkan penguasaan materi yang ada hubungannya dengan bahan yang dipelajari dan mengembangkan ketrampilan [1]. Keberadaan alat peraga didalam proses pembelajaran dapat memberikan bentuk

pengalaman nyata dengan mengkonkritkan sesuatu yang bersifat abstrak sehingga dapat dijangkau dengan pemikiran yang sederhana sehingga proses pembelajaran lebih efisien.

B. Sensor DS18B20

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lainnya untuk mengenali nilai variabel tersebut [2].

DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC (dulu yang buat adalah *Dallas Semiconductor*). Fungsi dari sensor ini yaitu mengubah temperatur menjadi tegangan secara linier. Sensor ini mampu membaca suhu dengan ketelitian 9 hingga 12-bit, rentang -55°C hingga 125°C dengan ketelitian ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$).

C. Sensor Load Cell

Load cell merupakan komponen utama pada sistem timbangan digital. Bahkan tingkat keakuratan suatu timbangan digital tergantung dari jenis dan tipe *load cell* yang dipakai. *load cell* adalah sensor yang dapat mendeteksi adanya perubahan massa yang ditimbulkan oleh gaya dan gravitasi benda. Perubahan yang ditimbulkan oleh gaya dan gravitasi benda nantinya akan dijadikan sebagai sinyal analog berupa tegangan yang akan diteruskan ke transduser. Transduser berfungsi mengubah sinyal analog yang ditimbulkan oleh *load cell* ke besaran listrik.

D. Push Button

Pada umumnya saklar *push button* adalah peralatan kontrol yang hanya dapat bekerja ketika ditekan. Macam-macam tombol tekan *push button* yaitu, tombol tekan NO (*normally open*) yang merupakan tombol tekan yang pada keadaan normal memiliki kontak terbuka (*open*) atau dalam kondisi *off*. Tombol tekan NC (*normally close*), tombol tekan yang pada keadaan normal memiliki kontak tertutup (*close*) atau dalam kondisi

on, dan tombol gabungan antara NO dan NC yang berada dalam keadaan normal memiliki kontak terbuka dan tertutup [3].

E. Arduino

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 [4]. Arduino mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, menggunakan Kristal 16 MHz, koneksi USB, power jack, sebuah ICSP header, dan tombol reset. Arduino memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, cukup menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

F. Kalor Jenis

Kalor Jenis Benda adalah jumlah kalor yang diperlukan 1 kg massa benda untuk menaikkan suhunya sebesar satu satuan suhu [5]. Semakin besar kalor jenisnya, semakin sulit zat itu dinaikan suhunya karena jumlah kalor yang diperlukan semakin banyak.

Kalor Jenis dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad (1)$$

keterangan :

Q = Banyak kalor (J)

m = Massa benda (kg)

c = Kalor jenis (kal/g °C)

ΔT = Perubahan suhu (°C)

Setiap benda atau zat memiliki nilai kalor jenis yang berbeda-beda sesuai dengan kemampuannya untuk menyerap dan melepaskan kalor.

G. Asas Black

“Jika dua macam zat yang suhunya berlainan disentuhkan atau dicampur, benda yang bersuhu tinggi akan melepaskan kalor dan benda yang bersuhu rendah akan menyerap kalor hingga dicapai kesetimbangan termal”. Secara sistematis dapat dituliskan,

$$Q_{lepas} = Q_{terima} \quad (2)$$

$$Q_{air\ panas} = Q_{air\ dingin} \\ m_1 c(T_p - T_c) = m_2 c(T_c - T_d) \quad (3)$$

keterangan: m_1 = massa air panas (kg)

m_2 = massa air dingin (kg)

c = kalor jenis air

T_p = suhu air panas (°C)

T_c = suhu air campuran (°C)

T_d = suhu air dingin (°C)

Sebagai contoh, ketika kita akan mengukur kalor jenis suatu logam menggunakan kalorimeter, logam yang dipanaskan akan mengalami kenaikan suhu sebesar T_2 , kemudian kalorimeter diisi dengan air dengan massa m_a dan suhu awal T_1 yang sama dengan suhu kalorimeter, kemudian dimasukan logam bermassa m_z dengan suhu T_2 akan terjadi perpindahan energi panas logam air dan kalorimeter sehingga diperoleh suhu setimbang T_3 , perpindahan panas lingkungan bernilai kecil sehingga dapat diabaikan dalam hal ini kalor jenis zat padat dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$C_z = \frac{(m_a c + C)(T_3 - T_1)}{m_z (T_2 - T_3)} \quad (4)$$

keterangan:

c = kalor jenis air (kal/g °C)

C = kapasitas panas calorimeter (kal °C)

c_z = kalor jenis zat (kal/g °C)

III. METODE PENELITIAN

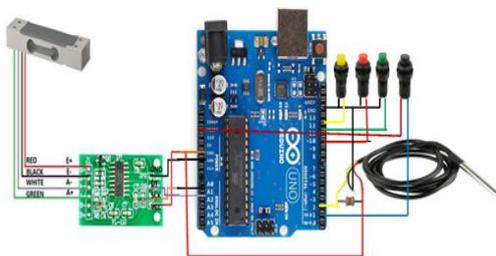
Penelitian ini merupakan penelitian alat peraga kalor jenis berbasis Arduino menggunakan model pengembangan ADDIE dengan tahapan yaitu *analysis, design, development, implementation, dan evaluation* [6], yang dilaksanakan di laboratorium pendidikan fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo, dan keterlaksanaannya dilakukan di MA Syamsul Huda pada siswa kelas X-IPA MA yang berjumlah 23 siswa. Teknik pengumpulan data diperoleh dengan melakukan studi literatur, observasi, wawancara, angket, dan uji coba laboratorium. Data yang diperoleh kemudian

dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*) Rangkaian

Perancangan *hardware* pada alat peraga ini mempunyai sistem kendali yang digunakan untuk mengolah data IC Arduino yang didalamnya berisikan program untuk mengakses data dari sensor *load cell* yang berfungsi menghitung massa air dan DS18B20 untuk mengukur derajat suhu. Selain itu, arduino juga menerima input dari tombol *push button* yang berfungsi mengatur kerja dari sensor DS18B20 dan sensor *load cell*. Pin keluaran dari *load cell* dihubungkan dengan penguat (Modul HX711) dan sensor DS18B20 di hubungkan dengan resistor 4K7 terlebih dahulu agar dapat terbaca oleh pin ADC secara garis besar, rancangan rangkaian perangkat keras alat peraga ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Perangkat Keras Alat Pengukur Kalor Jenis

B. Perancangan *Software* Sistem

Perancangan *software* pada penelitian ini dilakukan pemrograman pada Arduino. Pemrograman dilakukan untuk mengatur fungsi utama dari alat peraga sebagai penghitung kalor jenis yang dihasilkan berdasarkan hasil pengukuran menggunakan sensor. *Software* yang dibuat digunakan untuk mengaktifkan sensor *load cell* dan DS18B20 sebagai pengukur massa dan suhu secara otomatis, sekaligus sebagai pemroses data. *Software* akan mengukur massa kalorimeter maupun massa fluida yang diletakan diatas papan timbangan sesuai dengan perintah yang kita berikan melalui tombol *push button*.

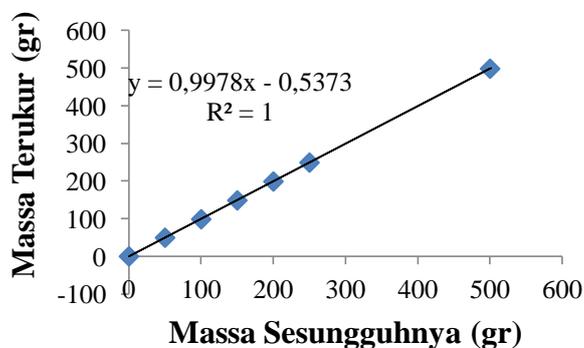
Setelah perancangan *software* dan *hardware* dapat ditunjukkan bentuk fisik alat peraga yang dibuat pada penelitian ini seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat Peraga Kalor Jenis

C. Kalibrasi *Load Cell*

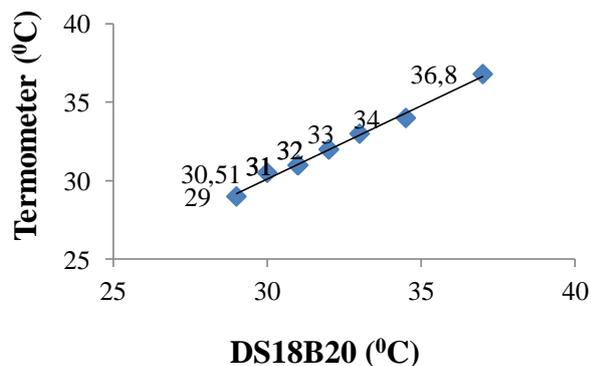
Sensor *load cell* yang digunakan dikalibrasi terlebih dahulu dengan alat ukur pembanding. Kalibrasi yang telah dilakukan menggunakan alat ukur pembanding neraca digital yang terdapat di laboratorium Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo. Pengukuran dilakukan pada tiap-tiap beban antara 50 gram sampai 1000 gram dengan kondisi awal dalam melakukan pengukuran adalah 0 gram. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa rata-rata tingkat kesalahan berat beban yang ditampilkan sebesar 0,52%. Dari segi *hardware*, Arduino mempunyai batas toleransi tertentu sehingga memungkinkan pemakaian komponen yang tidak terlalu presisi. Berdasarkan data yang diperoleh dapat dibuat grafik hubungan antara massa hasil pengukuran menggunakan sensor *load cell* dengan massa sesungguhnya disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Massa Sesungguhnya dan Massa Terukur

D. Kalibrasi Sensor DS18B20

Pada hasil pengujian tingkat akurasi sensor DS18B20 dengan membandingkan hasil yang terbaca menggunakan termometer alkohol yang terdapat di laboratorium pendidikan fisika, diperoleh selisih hasil pengukuran dengan tingkat rata-rata kesalahan (*error*) sebesar $0,57^{\circ}\text{C}$. pengukuran sensor tersebut memiliki nilai *error* maksimal sebesar $1,72^{\circ}\text{C}$ dan *error* minimum sebesar $0,11^{\circ}\text{C}$, hal ini diakibatkan adanya tegangan *offset* dan *noise* pada pengukuran rangkaian pengkondisian sinyal. Dari data tersebut maka sesuai dengan perancangan yang telah ditentukan, untuk mengetahui nilai presisi dan akurasi sensor disajikan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Suhu yang Terukur pada DS18B20 dan Termometer

E. Percobaan Menentukan Kalor Jenis Benda

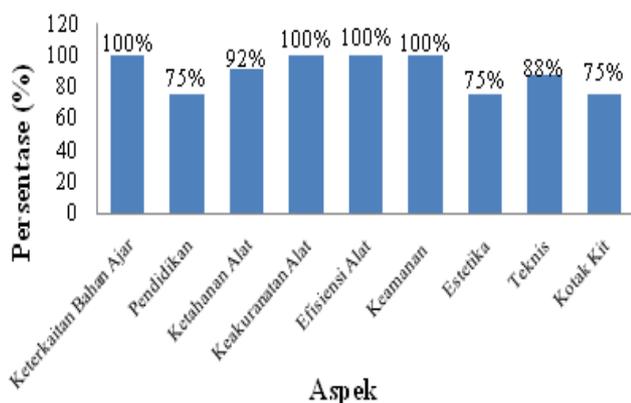
Percobaan ini hanya dilakukan menggunakan dua bahan solid yaitu aluminium dan besi. Secara literatur nilai kalor jenis aluminium adalah $0,215 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$, dan besi $0,107 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$. Mengacu pada nilai kalor jenis acuan masing masing bahan, diperoleh nilai ralat kalor jenis untuk aluminium ($0,217 \pm 0,002$), ($0,215 \pm 0,000$), ($0,213 \pm 0,002$), dan nilai ralat kalor jenis besi ($0,108 \pm 0,001$), ($0,106 \pm 0,001$), dan ($0,105 \pm 0,002$) untuk pengukuran dengan massa secara berturut turut yaitu 20 gr, 50 gr dan 100 gr seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil ralat yang diperoleh menunjukkan alat peraga kalor jenis memiliki nilai keakuratan yang baik.

Tabel 1. Hasil Percobaan Kalor Jenis

Benda	Kalor Jenis Acuan $\frac{\text{kal}}{\text{g}}^{\circ}\text{C}$	Kalor jenis $\frac{\text{kal}}{\text{g}}^{\circ}\text{C}$	Ralat $\frac{\text{kal}}{\text{g}}^{\circ}\text{C}$
Al	0,215	0,217	($0,217 \pm 0,002$)
	0,215	0,215	($0,215 \pm 0,000$)
	0,215	0,213	($0,213 \pm 0,002$)
Fe	0,107	0,108	($0,108 \pm 0,001$)
	0,107	0,106	($0,106 \pm 0,001$)
	0,107	0,105	($0,105 \pm 0,002$)

F. Validasi Alat Peraga Kalor Jenis

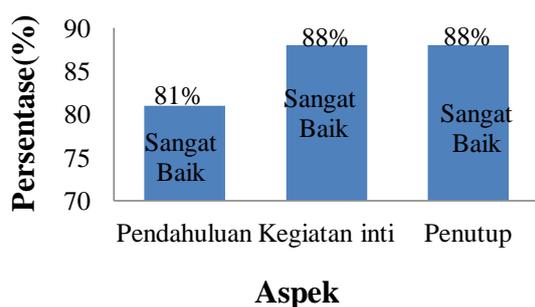
Data yang diperoleh dalam penelitian pengembangan ini merupakan hasil validasi alat peraga kalor jenis yang dilakukan oleh tiga orang ahli diantaranya yaitu ahli media, ahli materi dan guru fisika. Berdasarkan analisis uji reliabilitas diperoleh rerata skor pada aspek keterkaitan dengan bahan ajar 67% kategori reliabel, nilai pendidikan 91% dengan kategori sangat reliabel, aspek keefesienan alat 86% kategori sangat reliabel, ketahanan alat 91% kategori sangat reliabel, nilai estetika 100% kategori sangat reliabel, keamanan 93% kategori sangat reliabel, kotak kit 92%, sedangkan untuk buku panduan pada aspek kelayakan isi diperoleh hasil persentase 80% kategori sangat reliabel, kelayakan penyajian 91% kategori sangat reliabel dan kelayakan bahasa diperoleh hasil 96% kategori sangat reliabel. Data diatas kemudian dirata-rata dengan nilai akhir sebesar 82,36%. Berdasarkan data yang diperoleh dapat dibuat diagram seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Penilaian Alat Peraga oleh Dosen Ahli dan Guru Fisika

G. Keterlaksanaan Pembelajaran

Data hasil keterlaksanaan pembelajaran penilaian diberikan berdasarkan tiga aspek keterlaksanaan yaitu, kegiatan pendahuluan, kegiatan inti, dan penutup. Skor yang diperoleh pada aspek kegiatan pendahuluan sebesar 81% yang termasuk kedalam kategori sangat baik, aspek kegiatan inti mendapatkan presentase sebesar 88% kategori sangat baik, serta pada kegiatan penutup mendapatkan presentase 88%. Berdasarkan data hasil keterlaksanaan pembelajaran, dapat disimpulkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran menggunakan alat peraga sangat baik. Diagram keterlaksanaan pembelajaran disajikan pada Gambar 6.

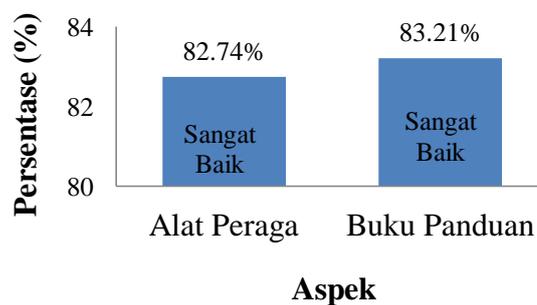


Gambar 6. Diagram Uji Keterlaksanaan Pembelajaran

H. Respon Siswa

Data hasil respon siswa diperoleh berdasarkan penilaian siswa melalui angket respon yang telah diisi sesuai dengan keyakinan siswa seperti yang disajikan pada Tabel 21. Skor yang diperoleh berdasarkan penilaian siswa

untuk alat peraga mendapatkan jumlah skor 19,03 sehingga nilai rata-ratanya 0,83 dengan tingkat persentase 82,74% kategori sangat baik, untuk buku panduan memperoleh jumlah skor 19,14 sehingga rata-rata skor yang diperoleh 0,83 dengan tingkat presentase 83,21% kategori sangat baik. Sehingga untuk rerata semua aspek diperoleh persentase sebesar 82,98% dan dapat disimpulkan bahwa respon siswa terhadap alat peraga kalor jenis sangat baik. Berdasarkan data yang diperoleh dapat dibuat diagram seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Respon Siswa Menggunakan Alat Peraga Kalor Jenis

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa alat peraga kalor jenis memiliki ketelitian yang baik, sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran. Kesimpulan tersebut diperoleh berdasarkan hasil uji coba alat peraga dengan nilai ralat kalor jenis aluminium ($0,211 \pm 0,004$) kal/g $^{\circ}\text{C}$, ($0,210 \pm 0,005$) kal/g $^{\circ}\text{C}$, ($0,208 \pm 0,007$) kal/g $^{\circ}\text{C}$, dan nilai ralat kalor jenis besi ($0,108 \pm 0,001$) kal/g $^{\circ}\text{C}$, ($0,113 \pm 0,006$) kal/g $^{\circ}\text{C}$, dan ($0,110 \pm 0,003$) kal/g $^{\circ}\text{C}$ dengan nilai acuan standar untuk kalor jenis aluminium 0,215 kal/g $^{\circ}\text{C}$ dan besi 0,107 kal/g $^{\circ}\text{C}$ untuk pengukuran dengan massa yang berbeda secara berturut turut yaitu 20 gr, 50 gr dan 100 gr, hasil validasi dosen ahli dan guru fisika dengan presentase 82,23% kategori sangat baik, hasil penilaian keterlaksanaan pembelajaran menggunakan alat peraga yang dilakukan oleh observer diperoleh persentase dengan rerata sebesar 85% kategori sangat baik, dan respon siswa terhadap alat peraga kalor jenis yang dikembangkan sebesar 82,98% kategori sangat baik.

PUSTAKA

Internet:

- [1] Direktorat Pembinaan, S. M. A. (2011). *Pedoman Pembuatan Alat Peraga Fisika untuk SMA*.
<http://dokumen.tips/documents/buku-alat-peraga-fisika.html> diakses pada tanggal 10 November 2016.
- [2] Syam, R. (2013). *Dasar-Dasar Teknik Sensor*. Makasar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- [3] Santoso, Heri. 2015. *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula*. E-book. <http://academia.edu> diakses pada 28 Oktober 2016

Buku:

- [4] Kadir, Abdul. 2015. *From Zero To A Pro Arduino*. Yogyakarta: ANDI
- [5] Purwanto, Budi. 2015. *Fisika untuk Kelas X SMA dan MA*. Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- [6] Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, Dan R & D)*. Bandung: ALFABETA