

Video Percobaan Konduktivitas Termal Logam Menggunakan Sensor Termal *Dual Probes* sebagai Alternatif Media Pembelajaran Pada Materi Kalor di SMA

Afni Kumala Wardani^{1,a)} dan Acep Purqon^{2,b)}

¹Magister Pengajaran Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

² Fisika Bumi dan Sistem Kompleks, FMIPA ITB
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} wardani.k.afni_mpfis@fi.itb.ac.id

^{b)} acep@fi.itb.ac.id

Abstrak

Keterbatasan fasilitas alat praktikum untuk menyelidiki konduktivitas termal menjadi kendala dan kesenjangan bagi siswa dalam memahami karakteristik termal suatu bahan, sehingga dibutuhkan inovasi dalam pengembangan media pembelajaran pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor khususnya pada bahasan konduktivitas termal. Video merupakan salah satu media alternatif yang praktis dan efektif sebagai media pembelajaran bagi siswa baik secara terbimbing maupun mandiri. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan video percobaan konduktivitas termal logam menggunakan sensor termal dual probes sebagai alternatif media pembelajaran pada materi kalor di SMA. Video percobaan untuk menyelidiki konduktivitas termal beberapa logam antara lain tembaga, seng, besi, dan timbal menggunakan sensor termal dual probes dirangkai menjadi sebuah video pembelajaran interaktif yang diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu media pembelajaran serta mendapatkan respons yang baik. Instrument penelitian terdiri dari angket respons dan Lembar Kerja Siswa (LKS). Angket respons berupa angket penilaian serta saran dan komentar dari validator dan digunakan untuk mengetahui tingkat validasi video sebagai media pembelajaran. Validasi dilakukan oleh dua ahli fisika dan dua ahli media atau pengguna media. Selanjutnya dilakukan uji coba terbatas pada dua belas siswa SMA sederajat kelas XII. Video menyajikan materi dari konsep sederhana menuju konsep yang kompleks, sehingga dapat membimbing siswa menemukan konsep konduktivitas termal. Hasil penelitian menunjukkan hasil validasi dari ahli fisika dan ahli media sebesar 91% dengan kriteria sangat valid. Adapun hasil uji coba terbatas didapatkan 89% dengan kriteria sangat valid.

Kata-kata kunci: Konduktivitas termal logam, video percobaan

PENDAHULUAN

Pada silabus mata pelajaran fisika kelas X, Kurikulum 2013 menunjukkan Kompetensi Dasar (KD) nomor 3.7, dan 4.8 yang mengharuskan peserta didik dapat menganalisis proses perpindahan kalor dan menganalisis karakteristik termal logam melalui percobaan pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor (Tabel 1) [1]. Karakteristik termal yang dimaksud yaitu kapasitas kalor dan konduktivitas termal suatu bahan. Percobaan

menentukan kapasitas kalor sudah direncanakan dalam silabus, sedangkan untuk menyelidiki konduktivitas termal belum tercantum secara *eksplisit* dalam silabus. Aktivitas pembelajaran yang dicanangkan dalam silabus untuk menyelidiki karakteristik termal tersebut hanya melalui kegiatan mengamati. Hal ini kurang sesuai yang diharapkan, karena KD 4.8 merupakan kompetensi melakukan percobaan (mengeksplorasi) sedangkan kegiatan mengamati belum dikategorikan sebagai kegiatan inti dari mengeksplorasi. Sehingga muncul kesenjangan antara kompetensi yang diharapkan dengan kegiatan pembelajaran yang direncanakan.

Percobaan fisika di laboratorium menuntut pemahaman konsep dari yang sederhana menuju yang kompleks, namun keterbatasan alat praktikum seringkali menjadi kendala [2]. Hal ini juga terjadi pada percobaan konduktivitas termal di Sekolah Menengah Atas (SMA). Alat untuk melakukan percobaan dalam menentukan konduktivitas termal suatu bahan belum dikenal secara luas di kalangan SMA. Dapat dilihat pada silabus hanya tercantum alat untuk menentukan kapasitas kalor yaitu kalorimeter, sedangkan alat untuk menentukan konduktivitas termal belum tertulis dengan jelas. Dengan demikian, hal ini membuka peluang inovasi media pembelajaran untuk memfasilitasi kegiatan pembelajaran dalam menyelidiki konduktivitas termal logam.

Tabel 1. Bagian Silabus Fisika SMA Kelas X Kurikulum 2013 pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor, Kompetensi Dasar 3.7 dan 4.8 [1]

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran
1.1 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya	Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor Suhu dan pemuaiian	<p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> Menyimak peragaan tentang: <ul style="list-style-type: none"> Simulasi pemuaiian rel kereta api Pemanasan es menjadi air Konduktivitas logam (aluminium, besi, tembaga, dan timah) Melakukan studi pustaka untuk mencari informasi mengenai pengaruh kalor terhadap perubahan suhu benda, pengaruh perubahan suhu benda terhadap ukuran benda (pemuaiian), dan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi <p>Mempertanyakan</p> <ul style="list-style-type: none"> Mempertanyakan tentang pengaruh kalor terhadap suhu, wujud, dan ukuran benda Mempertanyakan tentang azas Black dan perpindahan kalor <p>Eksperimen/explorasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Melakukan percobaan untuk menentukan kalor jenis logam <p>Asosiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Mengolah data percobaan kalor jenis logam dengan menggunakan kalorimeter dalam bentuk penyajian data, membuat grafik, menginterpretasi dan dan grafik, dan menyusun kesimpulan.
2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan, melaporkan, dan berdiskusi	Hubungan kalor dengan suhu benda dan wujudnya Azas Black	
3.7 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari	Perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi	
4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah 4.8 Merencanakan dan melaksanakan percobaan untuk menyelidiki karakteristik termal suatu bahan, terutama kapasitas dan konduktivitas kalor		

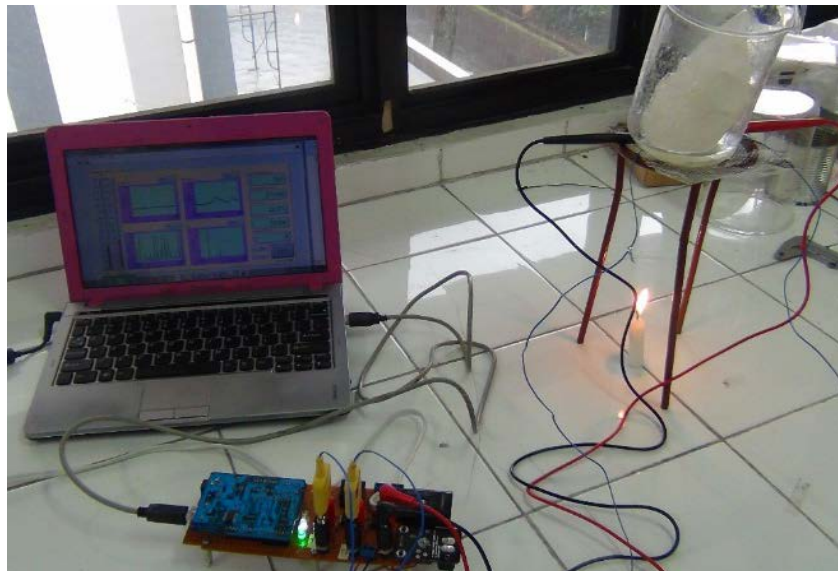
Media pembelajaran secara garis besar terdiri atas pengetahuan, keterampilan dan sikap yang harus dipelajari oleh siswa dalam rangka mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan [3]. Video percobaan merupakan salah satu media pembelajaran yang dibuat dengan tujuan antara lain menyediakan media pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan Kurikulum 2013 pada KD 3.7 dan 4.8, menjadi salah satu alternatif media pembelajaran, serta membantu guru dalam aktivitas pembelajaran pada materi kalor khususnya konduktivitas termal di SMA. Selain mudah dan praktis digunakan, video dapat menunjukkan keterampilan dalam percobaan mulai dari mengamati, menanya, mengeksplorasi, mengasosiasi hingga

menarik kesimpulan. Video ini juga dilengkapi penjelasan materi serta contoh soal yang relevan dan mudah dipahami.

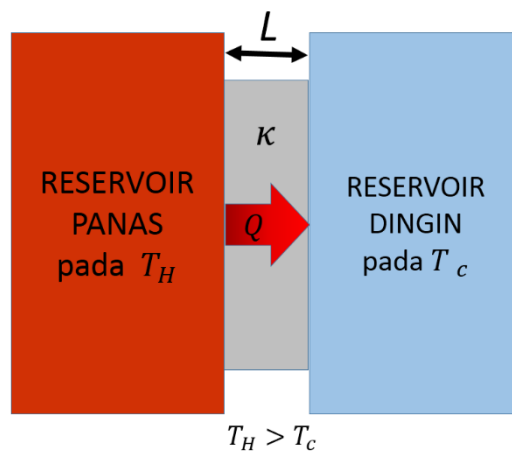
Konduktivitas termal merupakan salah satu sifat panas bahan yang menunjukkan kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan panas saat terjadi perbedaan suhu [4]. Sifat panas ini muncul akibat proses konduksi panas. Logam merupakan bahan yang mudah menghantarkan panas karena adanya *delocalize electron* yang mempercepat laju kalor [5]. Setiap logam memiliki nilai konduktivitas termal yang berbeda. Untuk menyelidiki konduktivitas termal beberapa logam dapat dilakukan percobaan menggunakan sensor termal *dual probes*.

Sensor termal *dual probes* merupakan sensor yang didesain untuk menentukan konduktivitas termal suatu bahan [6]. Sensor terdiri dari dua termokopel Tipe-K untuk mengukur suhu, serta dua probe untuk mengetahui beda tegangan dan arus [6]. Rangkaian alat dan bahan percobaan menggunakan sensor termal *dual probes* ditunjukkan oleh Gambar 1. Sensor ini dikembangkan untuk menentukan konduktivitas termal segala bahan. Sensor dibuat untuk menentukan nilai konduksi suatu bahan melalui variable-variabel terukur seperti suhu, waktu, tegangan dan arus. Peneliti terdahulu mengembangkan sensor ini untuk menentukan konduktivitas termal tanah [7, 8].

Rangkaian alat dan bahan percobaan ditunjukkan oleh Gambar 1. Suatu plat berada diantara dua reservoir yang memiliki suhu yang berbeda, yaitu reservoir panas dan reservoir dingin. Saat terjadi perbedaan suhu antara kedua permukaan plat maka panas akan mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah melewati plat. Laju kalor yang mengalir pada bahan bergantung pada struktur benda itu sendiri. Laju kalor dikenal sebagai daya atau laju konduksi dapat dihitung menggunakan persamaan (1) [5].



Gambar 1. Rangkaian alat dan bahan. Sensor merekam data (nyala lampu berwarna hijau). Plat logam berada di antara lilin dan es dalam gelas beker.



Gambar 2. Proses konduksi pada sebuah plat. Energi panas mengalir dari reservoir panas dengan suhu tinggi T_H ke reservoir dingin dengan suhu rendah T_C pada plat logam dengan tebal L , memiliki konduktivitas termal κ [5]

$$P_{konduksi} = \frac{Q}{t} = \kappa \cdot A \frac{(T_H - T_C)}{L} \quad (1),$$

Dengan κ adalah konduktivitas termal ($W/m \cdot K$), yaitu konstanta yang bergantung pada struktur benda [4], A adalah luas permukaan benda (m^2), L adalah tebal bahan (m), T_H adalah suhu reservoir panas (Kelvin), T_C adalah suhu reservoir dingin (Kelvin), $P_{konduksi}$ adalah daya konduksi (Watt), dan Q/t adalah laju kalor (J/s). Mengenai sensor termal *dual probes* lebih jauh dapat dipelajari pada referensi [7, 8].

Rekaman video percobaan konduktivitas termal beberapa logam menggunakan sensor termal *dual probes* didesain sebagai video pembelajaran interaktif untuk membantu guru dalam kegiatan pembelajaran pada materi kalor di SMA. Video ini dapat membantu peran guru dalam memberikan penjelasan di kelas, sehingga guru dapat berperan sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran. Video ini juga dapat digunakan secara mandiri oleh siswa tanpa terikat kegiatan pembelajaran di kelas. Media video dapat dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran apabila telah divalidasi oleh ahli media, ahli materi maupun siswa [9]. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan video percobaan konduktivitas termal menggunakan sensor termal *dual probes* sebagai alternatif media pembelajaran pada materi kalor di SMA.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui lima tahapan, yaitu 1) studi pendahuluan, yaitu menganalisis silabus Fisika SMA kelas X Kurikulum 2013; 2) Pembuatan dan merangkai video; 3) Validasi ahli fisika dan ahli media atau pengguna media; 4) Revisi video sesuai hasil *review* validator; dan 5) Uji coba terbatas mengenai kelayakan video sebagai media pembelajaran. Tahap pertama, studi pendahuluan dimulai dari studi literatur silabus Mata Pelajaran Fisika Kurikulum 2013 dan kebutuhan siswa pada materi kalor di SMA. Selanjutnya pengambilan video percobaan menentukan konduktivitas termal beberapa plat logam. Terdapat empat plat logam, antara lain tembaga (Cu), seng (Zn), besi (Fe), dan timbal (Pb). Percobaan ini menggunakan sensor termal *dual probes* selama 300 detik. Rangkaian percobaan dapat dilihat di Gambar 1. Tahap kedua yaitu merangkai video dan gambar terkait penjelasan materi menggunakan *Software Pro Show Editing Video* [10] menjadi video pembelajaran. Tahap ketiga, validasi media dari dua ahli fisika dan dua ahli media. Ahli fisika berasal dari dosen Jurusan Fisika, FMIPA ITB. Adapun ahli media atau pengguna media berasal dari satu guru Fisika SMKN 1 Bandung dan satu guru Fisika SMAN 1 Bojonegoro. Tahap keempat, melakukan revisi sesuai hasil *review* validator. Tahap kelima adalah uji coba terbatas kepada dua belas siswa SMA sederajat Kelas XII yang terdiri dari empat siswa dengan kemampuan akademik tinggi, empat siswa dengan kemampuan akademik sedang dan empat siswa dengan kemampuan akademik rendah. Siswa diambil dari Kelas XII dengan harapan siswa pernah mendapatkan materi pengenalan tentang kalor khususnya konduksi panas. Dua belas siswa tersebut berasal dari sekolah yang berbeda. Selain itu pengambilan angket respons siswa dilakukan di luar kegiatan belajar mengajar di kelas bertujuan agar video tersebut dapat pula digunakan sebagai media belajar siswa secara mandiri tanpa harus di kelas.

Instrumen pengambilan data berupa angket respons dan LKS. Angket respons berupa angket penilaian dengan skala 4 – 1 serta saran dan komentar responden. Skala 4 memiliki nilai tertinggi dengan keterangan sangat jelas/ mudah / menarik, skala 3 memiliki artian baik / jelas / menarik, skala 2 memiliki arti kurang baik/ jelas / menarik, dan skala 1 memiliki arti sangat kurang baik / jelas / menarik [11]. LKS digunakan untuk sebagai umpan balik respons serta tanggapan siswa dan membantu menilai proses kognitif siswa selama mempelajari materi melalui video.

Terdapat dua jenis data yang diperoleh yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa nilai rata-rata angket respons, sedangkan data kualitatif berupa saran dan komentar dari validator. Analisis data kuantitatif dihitung menggunakan Persamaan (2), selanjutnya diartikan menggunakan kriteria penilaian yang ditunjukkan pada Tabel 1 [11].

$$V = \left(\frac{TSEV}{s_{maks}} \right) \times 100\% \quad (2),$$

Dengan V adalah prosentase validitas. $TSEV$ adalah Total Skor Empirik Validator. $TSEV$ menunjukkan jumlah skor total dari tiap aspek penilaian yang diberikan oleh validator. Tiap aspek penilaian memiliki beberapa indikator yang menunjukkan rincian hal-hal yang dinilai. Adapun rincian penilaian tiap aspek ditunjukkan oleh masing-masing indikator pada Tabel 2. Sedangkan s_{maks} adalah skor maksimal yang diharapkan dari aspek yang dinilai dengan nilai skala tertinggi dikalikan jumlah indikator yang dimiliki aspek

tersebut. Satu contoh perhitungan untuk satu aspek, misal aspek nomor 1 memiliki lima indikator aspek. Apabila semua indikator mendapatkan nilai dengan skala tertinggi yaitu 4 dengan kriteria sangat baik/jelas/menarik, maka perhitungannya sebagai berikut.

$$V = \left(\frac{TSEV}{s_{maks}} \right) \times 100\% = \left(\frac{4+4+4+4+4}{4 \times 5} \right) \times 100\% = 100\%$$

Selanjutnya kriteria penilaian dari prosentase validitas yang didapatkan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Rincian penilaian tiap aspek

No	Aspek yang dinilai	Indikator Aspek
1.	Tampilan video (<i>lay out</i>) dan <i>cover</i>	a. Bahasa <i>cover</i> mudah dipahami
		b. Gambar yang dipilih sesuai dengan tema
		c. Warna dan gambar yang dipilih menarik
		d. Jenis dan ukuran huruf yang digunakan menarik sesuai dengan materi
		e. Penampilannya menarik
2.	Tampilan penulisan Kompetensi Inti (KI)	Memuat Kompetensi Inti sesuai Kurikulum 2013 yang digunakan
3.	Tampilan penulisan Kompetensi Dasar (KD)	a. Memuat KD sesuai jenjang SMA
		b. Memuat KD sesuai dengan materi ajar
5.	Keterbacaan indikator hasil belajar	a. Rumusan indikator hasil belajar memiliki kejelasan sebagai pedoman materi
		b. Indikator mudah dipahami dan dimengerti
		c. Perilaku hasil belajar yang diukur memiliki kejelasan
		d. Indikator yang dipilih sesuai dengan kompetensi dasar
6.	Kelayakan Isi	Materi yang disajikan sesuai dengan KI dan KD
		a. Penyajian materi dijabarkan dari substansi minimal yang terkandung dalam KI dan KD
		b. Contoh soal dijabarkan dari substansi minimal yang terkandung dalam KI dan KD
		c. Kedalaman materi sesuai dengan ranah kognitif, afektif, dan psikomotor yang dituntut KI dan KD
		Keakuratan materi
		d. Penyajian konsep sesuai dengan kebenaran teori dan tidak menimbulkan banyak tafsir
		e. Notasi, simbol, dan satuan yang terdapat dalam materi sesuai dengan acuan Sistem Internasional (SI)
		f. Pemberian ilustrasi sesuai dengan konsep fisika yang dijelaskan dengan ukuran dan bentuk yang proporsional serta dilengkapi dengan keterangan yang tepat
		Materi pendukung pembelajaran
		g. Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan ilmu dan teknologi
		h. Penyajian materi berasal dari lingkungan terdekat dan akrab dengan kehidupan sehari-hari
		i. Contoh soal berasal dari lingkungan terdekat dan akrab dengan kehidupan sehari-hari
		j. Siswa membangun pengetahuan sendiri melalui contoh aplikasi dalam kehidupan sehari-hari
k. Penyajian materi mengkaitkan materi fisika dengan lingkungan, perkembangan teknologi dan masyarakat serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari		

No	Aspek yang dinilai	Indikator Aspek
		1. Contoh mengkaitkan materi fisika dengan lingkungan, perkembangan teknologi dan masyarakat serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari
7.	Penyajian Isi	<p>Teknik penyajian</p> a. Penyajian materi dan konsep sederhana menuju ke konsep yang lebih rumit
		<p>Penyajian pembelajaran</p> a. Berpusat pada peserta didik b. Penyajian materi bersifat interaktif sehingga memotivasi siswa untuk belajar mandiri
		c. Penyajian materi dan kegiatan siswa menuju ke pembelajaran berbasis <i>discovery-inquiry</i> . Adapun sintaks <i>discovery-inquiry</i> : <ol style="list-style-type: none"> 1. Stimulus (menyajikan pertanyaan kepada siswa melalui fenomena yang berkaitan dengan materi dalam kehidupan sehari-hari) 2. Perumusan Masalah (siswa mengidentifikasi masalah yang muncul dan membuat hipotesis melalui pertanyaan pada tahap stimulus) 3. Pengumpulan data (mengumpulkan data melalui observasi atau eksperimen) 4. Analisis data (mengolah data berdasarkan hasil observasi atau eksperimen) 5. Verifikasi (memeriksa hipotesis apakah hipotesis siswa terbukti atau tidak) 6. Generalisasi (membuat kesimpulan)
		d. Contoh soal sesuai dengan materi
		e. Materi yang disajikan mudah dipahami
8.	Lembar Kegiatan Siswa (LKS)	a. Lembar kerja yang disajikan sesuai dengan materi b. Rumusan tujuan kegiatan sesuai dengan lembar kerja siswa c. Kegiatan mudah untuk dilakukan siswa d. Membimbing siswa untuk menemukan konsep melalui video yang ditampilkan e. Bahasa LKS mudah dipahami
9.	Penjelasan Materi	a. Penjelasan sesuai dengan ide-ide pokok yang terdapat dalam materi b. Isi penjelasan mudah dipahami
10.	Ilustrasi/gambar	a. Ketepatan penempatan gambar/ilustrasi. b. Kesesuaian gambar dengan isi materi.
11.	Rangkaian video	a. Ketepatan penempatan video percobaan b. Kesesuaian video dengan isi materi c. Kejelasan suara/ musik dalam video d. Video menarik dan memotivasi e. Ketepatan durasi waktu penampilan video
12.	Keterbacaan dan kejelasan Contoh soal	a. Bahasa soal mudah dipahami b. Kualitas soal sudah sesuai dengan tingkatan anak SMA c. Contoh soal mudah dipahami dan dimengerti
13.	Keterbacaan dan kejelasan Kunci Jawaban	a. Kunci jawaban mudah untuk digunakan b. Kunci jawaban memiliki tingkat kebenaran dengan soal

Tabel 3. Kriteria penilaian [11]

No	Kriteria	Tingkat Validitas
1.	75,01% - 100,00%	Sangat valid (SV)
2.	50,01% - 75,00 %	Cukup valid (CV)
3.	25,01% - 50,00%	Tidak valid (TV)
4.	0,00% - 25,00%	Sangat tidak valid (STV)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Validasi

Terdapat empat validator yang terdiri dari dua ahli fisika sebagai Validator 1 dan Validator 2 dan dua ahli media atau pengguna media sebagai Validator 3 dan Validator 4. Ahli fisika berasal dari Dosen Jurusan Fisika ITB, sedangkan ahli media berasal dari satu guru Mata Pelajaran Fisika dari SMKN 1 Bandung dan satu guru Mata Pelajaran Fisika SMAN 1 Bojonegoro. Validasi dilakukan untuk mengetahui kelayakan video yang telah dibuat sebagai video pembelajaran interaktif. Hasil validasi data kuantitatif dari kedua validator disajikan oleh Tabel 4, sedangkan data kualitatif berupa saran dan komentar validator disajikan oleh Tabel 5.

Tabel 4. Hasil validasi uji kelayakan video pembelajaran

No.	Aspek yang dinilai	Penilaian (%)				Rata-rata (%)	Keterangan
		V1	V2	V3	V4		
1	Tampilan video (<i>lay out</i>) dan <i>cover</i>	70	100	95	85	88	SV
2	Tampilan penulisan Kompetensi Inti (KI)	75	100	100	100	94	SV
3	Tampilan penulisan Kompetensi Dasar (KD)	75	100	100	100	94	SV
4	Keterbacaan indikator hasil belajar	75	81	94	88	84	SV
5	Kelayakan isi	75	100	98	98	93	SV
6	Penyajian isi	79	100	100	98	94	SV
7	Lembar Kegiatan Siswa (LKS)	85	90	100	95	93	SV
8	Penjelasan Materi	75	88	100	100	91	SV
9	Ilustrasi / gambar	75	88	100	88	88	SV
10	Rangkaian video	75	90	95	75	84	SV
11	Contoh soal	75	100	100	92	92	SV
12	Kunci Jawaban	75	100	100	100	94	SV
Total rata-rata penilaian						91	

V1 =Validator 1; V2 = Validator 2, V3= Validator 3, dan V4 = Validator 4.

Tabel 4. Saran dan komentar dari validator

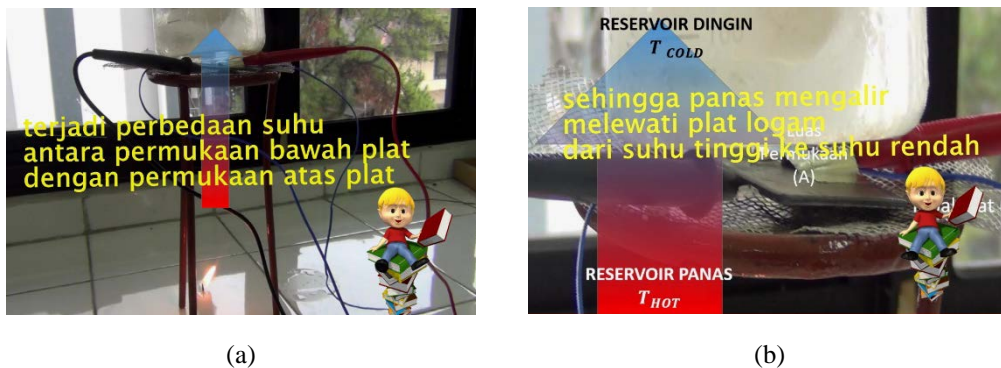
Validator	Komentar dan Saran
1	Videonya cukup menarik, namun ada beberapa saran : Penggunaan kata-kata yang lebih singkat agar lebih mudah dipahami siswa. Pengaturan waktu tampilan agar lebih disesuaikan lagi untuk bagian-bagian tertentu, seperti contoh soal dan lain
3	Perbaiki lagi LKS agar pertanyaan dapat dipahami siswa dengan mudah dalam sekali lihat
2	Pada LKS diharapkan dicantumkan alokasi waktu yang diperlukan, demikian juga pada video pembelajarannya

	Durasi waktu antar text "kurang" panjang.
4	Musik penggiring lebih diperjelas suaranya, desain warna dan <i>style</i> huruf dapat dibuat lebih menarik lagi

Terdapat empat aspek penilain yang mendapatkan nilai tinggi sebesar 94% dengan kriteria sangat valid. Empat aspek tersebut antara lain tampilan penulisan KI, tampilan penulisan KD, penyajian isi dan kunci jawaban. Pencapaian hasil rata-rata validasi tertinggi kedua dicapai oleh kelayakan isi dan LKS sebesar 93% dengan kriteria sangat valid. Tiga dari empat validator memberikan nilai sangat baik pada tampilan penulisan KI dan KD. Hal ini karena penulisan KI dan KD ditulis secara lengkap seperti yang tercantum dalam silabus sehingga KI dan KD dapat dibaca secara keseluruhan (lebih lengkap dapat dilihat di video di alamat <https://www.youtube.com/watch?v=59ipAOV5Euo>).

Penyajian isi video mendapatkan penilaian diatas 75% dari ke-empat validator. Video ini menyajikan materi secara bertahap dari konsep sederhana menuju ke konsep yang lebih rumit. Video membimbing siswa untuk belajar melakukan percobaan mulai dari mengamati panci yang dipanaskan sebagai salah satu contoh proses konduksi, sampai melakukan percobaan menggunakan sensor termal *dual probes* hingga menarik kesimpulan dan ditutup dengan pemberian contoh soal beserta langkah penyelesaiannya. Kegiatan ini menunjukkan kegiatan yang berpusat pada peserta didik. Dengan demikian, video ini bersifat interaktif sehingga memotivasi siswa untuk belajar mandiri. Selain itu, siswa dapat menggunakan LKS untuk membimbing proses penemuan konsep. Melalui pertanyaan-pertanyaan dalam LKS, siswa dibimbing untuk menemukan konduktivitas termal empat plat logam. Rentetan pertanyaan tersebut mulai dari proses mengamati, menanya, mengeksplorasi, mengasosiasi hingga menarik kesimpulan. Kegiatan ini menunjukkan pembelajaran berbasis penemuan terbimbing (*discovery-inquiry*).

Penjelasan materi konduksi panas yang dialami oleh plat logam menjabarkan proses tiap langkah saat terjadi konduksi pada logam. Saat kedua permukaan plat berhubungan dengan sumber panas api dan gelas beker berisi es, maka akan terdapat perbedaan suhu pada kedua permukaan plat. Sehingga panas mengalir dari suhu tinggi ke rendah melewati plat logam. Semakin tinggi suhu benda maka energi kinetik partikel makin besar, maka energi panas berpindah dari partikel benda (logam) bersuhu tinggi ke suhu lebih rendah. Perpindahan panas pada proses konduksi tidak disertai perpindahan partikel, hanya energi panas saja yang berpindah. Berikut cuplikan penjelasan materi dari video ditampilkan oleh Gambar 3, selebihnya dapat dilihat melalui video percobaan yang telah dibuat.



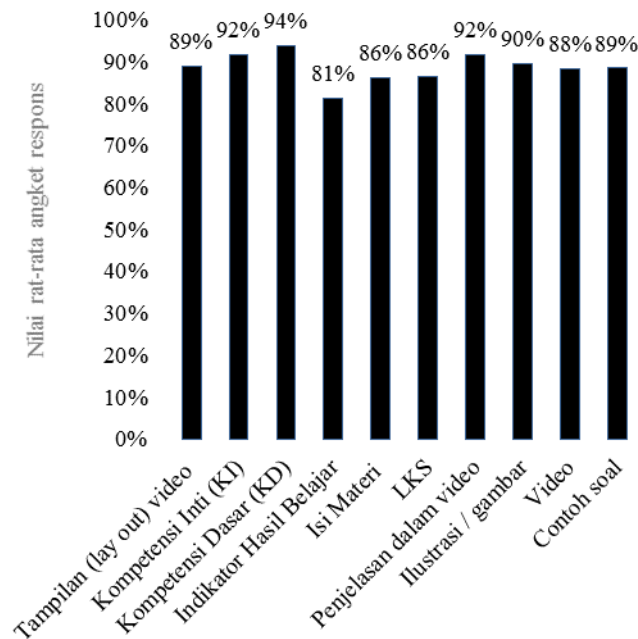
Gambar 3. Cuplikan penjelasan video percobaan konduktivitas termal menggunakan sensor termal dual probes, (a) saat terjadi perbedaan suhu antar kedua permukaan plat, (b) panas mengalir dari suhu tinggi ke rendah melewati plat logam. Dapat diakses di alamat web: <https://www.youtube.com/watch?v=59ipAOV5Euo> ^[10]

Hasil Uji Coba Terbatas

Prosentase nilai rata-rata angket respons dua belas siswa tingkat SMA sederajat Kelas XII sebagai uji coba terbatas ditunjukkan Gambar 4. Dua belas siswa digunakan untuk memenuhi komposisi empat siswa dengan kemampuan akademik tinggi, sedang dan rendah. Nilai tertinggi dicapai oleh KD sebesar 94% dengan alasan tulisan KD mudah dipahami. Nilai tertinggi kedua dicapai oleh dua hal yaitu Kompetensi Inti (KI) dan penjelasan dalam video dengan nilai masing-masing 92%. Hal ini karena KI pada tampilan video mudah dibaca oleh siswa. Selanjutnya untuk penjelasan dalam video mendapatkan nilai tinggi karena bahasa mudah dipahami dan pemilihan jenis huruf sesuai dengan tingkatan SMA. Adapun prosentase nilai terendah dicapai oleh indikator hasil belajar sebesar 81%, karena bahasa indikator sulit dipahami.

Delapan dari dua belas siswa memberikan respons positif terhadap video pembelajaran dengan alasan video sesuai materi, memotivasi untuk belajar, bahasa mudah dipahami, mengasyikan dan menarik. Adapun

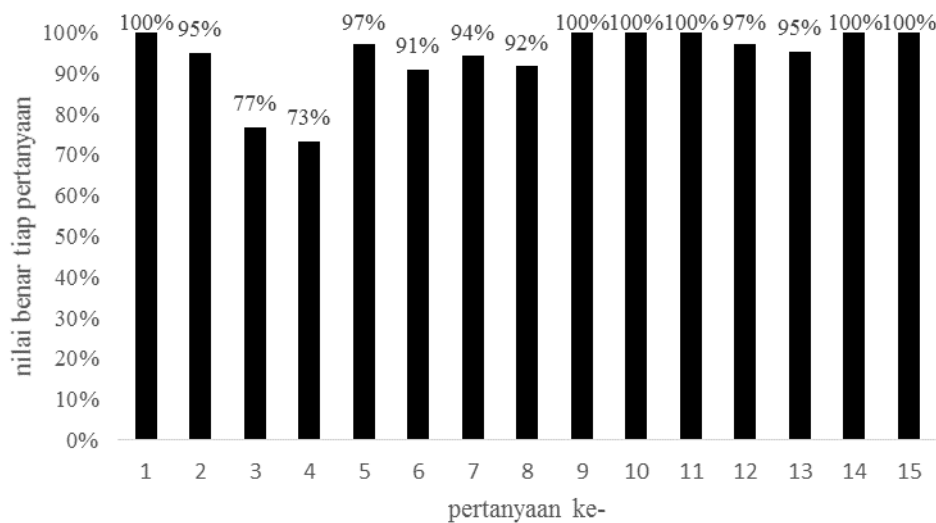
alasan kurang tertarik karena bahasa kurang bisa dipahami, lebih menarik jika dikombinasi dengan animasi, suara diperjelas dan penjelasan saat percobaan lebih mendetail. Meski demikian jumlah respons positif lebih banyak dibandingkan respons negatif, sehingga video masih layak sebagai media pembelajaran dengan mempertimbangkan beberapa saran dan masukan dari validator.



Gambar 4. Diagram hasil angket uji validasi angket respons siswa

Hasil Pengerjaan LKS

Hasil pengerjaan LKS siswa selama menonton video pembelajaran ditampilkan dalam diagram Gambar 5. Prosentase nilai terendah kedua dicapai oleh pertanyaan nomor 3 sebesar 77%. Hal ini karena adanya kekeliruan siswa dalam memahami pertanyaan tentang proses perpindahan panas pada logam. Tujuh dari dua belas siswa menjawab, “konduktor”. Jawaban ini kurang tepat, karena jawaban yang benar adalah konduksi. Siswa belum dapat membedakan antara konduksi dan konduktor.



Gambar 5. Diagram prosentase rata-rata nilai benar tiap pertanyaan LKS dari dua belas siswa

Prosentase nilai terendah kedua dicapai oleh pertanyaan nomor 4 dengan nilai 73%. Hal ini karena siswa memberikan pernyataan yang kurang lengkap mengapa disebut dengan konduksi. Rata-rata siswa menjawab : “panas mengalir dari suhu tinggi ke rendah”. Jawaban tersebut belum mengindikasikan secara tepat proses konduksi yang diharapkan. Jawaban dapat dilengkapi dengan pernyataan tambahan seperti, “panas berpindah dari suhu tinggi ke rendah tanpa diikuti perpindahan partikel benda, atau panas berpindah melalui tumbukan antar partikel benda secara langsung”.

KESIMPULAN

Hasil validasi ahli fisika dan ahli media atau pengguna media menunjukkan 91% dengan kriteria sangat valid. Penilaian tertinggi dicapai oleh empat aspek penilaian yaitu tampilan penulisan KI, tampilan KD, penyajian isi dan kunci jawaban masing-masing sebesar 94% dengan kriteria sangat valid. Adapun hasil uji coba terbatas pada dua belas siswa mendapatkan nilai 89% dengan kriteria sangat valid. Penilaian tertinggi dicapai oleh tampilan penulisan KD sebesar 94%, kemudian tampilan penulisan KI dan penjelasan isi materi masing-masing sebesar 92% dengan kriteria sangat valid. Hasil validasi dan uji coba terbatas menunjukkan kesesuaian antar aspek yang mendapat nilai tertinggi, yaitu pada penulisan KI, penulisan KD dan penyajian atau penjelasan isi. Kedua hasil tersebut menunjukkan kriteria sangat valid, sehingga video percobaan konduktivitas termal logam menggunakan sensor termal *dual probe* layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor di SMA. Video ini memiliki kelebihan yaitu penjelasan isi materi yang mudah dipahami dan bahasa yang digunakan sesuai tingkatan SMA. Video ini dapat lebih menarik apabila dilengkapi dengan animasi dan penjelasan saat percobaan lebih mendetail lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas bantuan dana beasiswa tesis / disertasi periode II Tahun 2015, Yayan Prima Nugraha, Yayasan Mitra Muslim, Ibu Nur Asiah Aprianti, Ibu Susanti Sihono, Ratih Purwathi Megasari dan semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

REFERENSI

1. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, *Silabus Kurikulum 2013 SMA Kelas X*. Jakarta, Kemendikbud (2013)
2. A.K. Wardani, I. Sucahyo, T.Prastowo, dan M. Anggaryani, *Tinjauan Ulang Materi Ajar Gerak Lurus Beraturan Melalui Percobaan Gravity Current Dalam Skala Laboratorium*. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia **9**, pp. 113-122 (2013)
3. Departemen Pendidikan Nasional, Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Sistem Pendidikan Nasional Pasal 3. Jakarta, Depdiknas (2014)
4. L.A. Bloomfield, *How Things Work – The Physics of Everyday Life - 4th Edition*. The University of Virginia : John Wiley & Sons. Inc (2010)
5. D. Halliday and R. Resnick, *Fundamental of Physics, 9th ed.*, Jearl Walker. United State of America: John Wiley & Sony. Inc (2011)
6. A.K. Wardani, Y.P. Nugraha, A. Purqon, *Pengukuran Konduktivitas Termal Logam menggunakan Sensor Dual Probe*. Prosiding di Seminar Adiwidiya Pascasarjana 2015 pada 23 November 2015 (2015.)
7. N.H. Abu-Hamdeh, A.I. Khdaif, R.C. Reeder, *A Comparison of Two Method Used to Evaluate Thermal Conductivity for Same Soils*. Int. J. Heat Mass Transfer **44**, pp. 1073 – 1078 (2001)
8. N. H. Abu-Hamdeh, *Measurement of the Thermal Conductivity of Sandy Loam and Clay Loam Soils using Single and Dual Probes*, J.agric. Engng Res **80** (2), 209-216 (2001)
9. Suryabarata, *Metode Penelitian*. Jakarta, PT. Grafindo Persada
10. http://download.cnet.com/ProShow-Producer/3000-12511_4-85577.html
11. S. Akbar, *Kurikulum dan Pengembangan Modul Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS)*. Yogyakarta: Cipta Media. Halaman 213 (2010) dalam E. Rismawati, Pengembangan Bahan Ajar Fisika Pokok Bahasan Interferensi Cahaya Berbasis Discovery-Inquiry untuk Siswa Kelas XII IPA MAN 3 Malang. Malang: Universitas Negeri Malang. Halaman 29 (2013)