

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PERPINDAHAN PANAS RADIASI DENGAN VARIASI BEDA PERLAKUAN PERMUKAAN SPESIMEN UJI

Kharis Burhani , Ramelan, Rizqi Fitri Naryanto

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima April 2013
Disetujui Mei 2013
Dipublikasikan Juli 2014

Keywords:
*learning media, radiation
heat transfer apparatus,
surface treatment.*


Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan media pembelajaran perpindahan panas secara radiasi dengan variasi beda perlakuan permukaan spesimen uji dan untuk mengukur kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan menurut ahli media, ahli materi perpindahan panas, dan mahasiswa mata kuliah perpindahan kalor dasar. Metode yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan desain penelitian *ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation)*. Bahan penelitian pengembangan ini adalah media pembelajaran perpindahan panas radiasi yang berupa alat peraga dan modul. Subjek penelitian ini adalah ahli media pembelajaran, ahli materi perpindahan panas dan mahasiswa yang akan menilai kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, angket/kuesioner dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan menurut ahli media adalah sebesar 97,42 % dengan kriteria sangat baik. Sedangkan menurut ahli materi perpindahan panas, persentase kelayakan media pembelajaran perpindahan panas secara radiasi yang dikembangkan adalah sebesar 81,25 % dengan kriteria sangat baik. Hasil uji coba penggunaan terhadap mahasiswa mendapatkan perolehan persentase sebesar 84,11 % dengan kriteria sangat baik.

Abstract

The purpose of this research was conducted to develop the instructional media by radiative heat transfer with the variation of surface treatment of the test specimen and to measure the feasibility of instructional media by expert instructional media, experts of heat transfer, and students the basic heat transfer courses. The method used is the research and development with design of the research with ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Materials research is the development of instructional media radiant heat transfer in the form of props and modules. The subjects were expert instructional media, heat transfer material experts and college students, which will assess the feasibility of the developed instructional media. Data collection techniques used were observation, questionnaires/questionnaire and documentation. The results of this study showed that the percentage of feasibility study media developed by media experts are of 97.42% with the criteria of very good. Meanwhile, according to experts heat transfer material, the percentage of instructional media feasibility of radiation heat transfer is equal to 81.25% developed with criteria of very good. The results of testing the use of the percentage of students getting the acquisition of 84.11% with criteria of very good criterion.

© 2014 Universitas Negeri Semarang

 Alamat korespondensi:
Gedung E9 Lantai 2 FT Unnes
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
E-mail: kharisbhe@gmail.com

PENDAHULUAN

Di era modernisasi, kemajuan teknologi informasi memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap proses pembelajaran di kelas. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan banyak berkembangnya media pembelajaran yang mendukung teknologi informatika dan komputer dalam pembelajaran. Sudah menjadi hal wajar jika proses belajar mengajar di kelas telah menggunakan berbagai macam kecanggihan teknologi seperti komputer dan juga internet.

Penggunaan komputer sebagai media pembelajaran tentunya akan memberikan kemudahan dalam proses pembelajaran. Namun perlu diperhatikan juga, bahwa tidak semua materi pembelajaran dapat disampaikan menggunakan komputer. Ada beberapa materi pembelajaran yang akan lebih baik disampaikan dengan menggunakan alat peraga. Terutama untuk materi pembelajaran yang berhubungan dengan hal-hal yang bersifat praktis dan kompleks.

Penggunaan media peraga pada proses pembelajaran dapat memudahkan mahasiswa dalam mempelajari materi pembelajaran yang disampaikan oleh pengajar. Dale dalam Arsyad (2013: 13) menyampaikan bahwa perolehan hasil belajar seseorang melalui indera pandang berkisar 75%, melalui indera dengar sekitar 13%, dan melalui indera lainnya sekitar 12%. Pernyataan tersebut menjelaskan bahwa penggunaan media pembelajaran yang bersifat visual memiliki tingkat persentase keberhasilan yang lebih besar jika dibandingkan dengan media pembelajaran non visual. Alat peraga pendidikan merupakan salah satu media pembelajaran visual yang keberadaannya dapat membantu pengajar dalam menyampaikan materi yang dipelajari oleh peserta didik. Media pembelajaran berupa alat peraga ini merupakan suatu bagian integral dalam proses pembelajaran. Pengajar tidak hanya dapat merumuskan kegiatan belajar mengajar, mengelola kelas, atau metode pembelajaran, akan tetapi dituntut untuk dapat memilih dan menerapkan media yang sesuai dengan materi yang akan disampaikan dengan tujuan yang ingin dicapai (Wicaksono, dkk, 2012: 51).

Perpindahan panas (*heat transfer*) merupakan disiplin ilmu yang mempelajari bagaimana panas dapat berpindah dari suatu benda ke benda lainnya melalui berbagai macam medium perambatan. Panas dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain akibat adanya perbedaan suhu. Dalam ilmu perpindahan panas, dikenal 3 (tiga) proses perpindahan panas dilihat dari medium perambatannya, yaitu konduksi, konveksi dan radiasi.

Radiasi merupakan proses perpindahan panas dari suatu benda ke benda lain tanpa melalui medium. Dalam teori radiasi dijelaskan bahwa panas yang berpindah dari suatu benda ke benda lain dipancarkan melalui gelombang elektromagnetik sehingga dalam proses perpindahannya tidak memerlukan medium sama sekali. Bahkan jika kedua benda tersebut dipisahkan oleh ruang hampa, panas akan tetap berpindah melalui pancaran gelombang elektromagnetik. Panas matahari yang sampai ke bumi merupakan salah satu contoh nyata bentuk perpindahan panas secara radiasi. Meskipun jarak antara matahari dan bumi sangat jauh serta dipisahkan oleh ruang hampa, panas matahari tetap dapat sampai ke bumi melalui pancaran.

Laju perpindahan panas radiasi suatu benda dipengaruhi oleh beberapa hal. Koestoer (2002: 184) menjelaskan bahwa laju energi yang dipindahkan tergantung kepada beberapa faktor yaitu temperatur permukaan yang mengemisi dan menerima radiasi, emisivitas permukaan yang teradiasi, refleksi, absorpsi dan transmisi, serta faktor pandang (*view's factor*) antara permukaan yang mengemisi dan yang menerima radiasi. Salah satu hal yang berpengaruh terhadap laju perpindahan panas secara radiasi adalah kondisi permukaan benda yang memancarkan dan menerima radiasi. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat permukaan benda berpengaruh langsung terhadap emisivitas (daya pancar) benda tersebut. Dengan kata lain, kekasaran permukaan, pelapisan serta perlakuan permukaan terhadap suatu benda akan berpengaruh terhadap proses laju perpindahan panas yang terjadi antara dua benda yang bertukar panas.

Konsep perpindahan panas radiasi telah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu contoh nyata mengenai pengaruh perlakuan permukaan terhadap perpindahan panas radiasi adalah pada pembuatan panel surya. Bahan yang digunakan untuk membuat panel surya merupakan logam yang dilapisi dengan warna hitam. Alasan kenapa hal tersebut dilakukan disebabkan karena warna gelap/hitam lebih mudah menangkap panas radiasi jika dibandingkan dengan warna lain. Pemilihan bahan dan karakteristik suatu permukaan dapat diperhitungkan dengan baik pada pembuatan panel surya. Selain itu, pemahaman tentang pengaruh perbedaan perlakuan permukaan terhadap perpindahan panas radiasi juga dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam mendesain dan membuat peralatan/mesin yang berhubungan dengan panas/kalor. Dengan mengetahui pengaruh tersebut, maka pemilihan bahan dan perlakuan permukaan pada peralatan/mesin yang didesain dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang ingin dicapai.

Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang merupakan salah satu jurusan yang terdapat mata kuliah perpindahan panas. Mata

kuliah perpindahan panas ini memiliki bobot 2 sks dan wajib diikuti oleh semua mahasiswa jurusan teknik mesin. Menurut pengalaman yang dialami oleh penulis selama mengikuti mata kuliah perpindahan panas, penyampaian materi perpindahan panas secara radiasi masih terbatas hanya pada pengenalan dan juga perhitungan-perhitungan dasar saja. Dalam penyampaian materi, pengajar lebih banyak menggunakan media papan tulis, LCD proyektor untuk presentasi, serta tanpa didukung dengan alat peraga pendidikan. Hal ini dikira wajar karena di jurusan teknik mesin memang belum tersedia alat peraga perpindahan panas secara radiasi yang dapat membantu memperagakan proses terjadinya perpindahan panas radiasi kepada peserta didik.

Dilihat dari beberapa hal yang sudah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa perpindahan panas secara radiasi merupakan salah satu disiplin ilmu yang cukup kompleks untuk dipelajari. Penggunaan alat peraga perpindahan panas secara radiasi dirasa perlu untuk menunjang proses perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan. Penelitian pengembangan ini dilakukan untuk menghasilkan media pembelajaran perpindahan panas radiasi dengan variasi beda perlakuan permukaan spesimen uji dan untuk mengukur validitas media pembelajaran yang dikembangkan menurut ahli media, ahli materi perpindahan panas dan mahasiswa peserta perkuliahan perpindahan kalor dasar. Media pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari alat peraga dan modul perpindahan panas radiasi. Media pembelajaran perpindahan panas radiasi dengan variasi beda perlakuan permukaan spesimen uji dikembangkan dengan model

ADDIE melalui beberapa langkah, yaitu *Analisis* (Analisis), *Design* (Desain/Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Penerapan), *Evaluation* (Evaluasi).

Subjek dalam penelitian ini adalah seorang ahli media pembelajaran, dua orang ahli materi perpindahan panas, serta 48 orang mahasiswa peserta kuliah perpindahan kalor dasar semester ganjil tahun ajaran 2014/2015 di Jurusan Teknik Mesin Unnes.

Teknik pengambilan data dilakukan melalui metode observasi, dokumentasi, dan angket. Data yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan teknik deskriptif persentase dengan cara menghitung total skor dari penilaian yang diberikan oleh responden.

HASIL DAN PEMBAHASAN

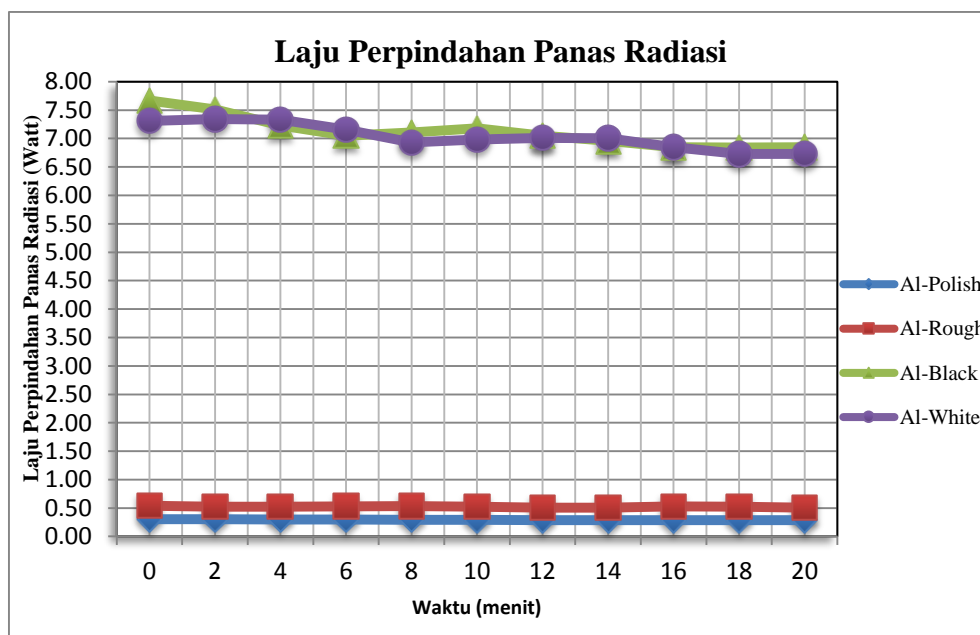
Pengujian spesimen uji dengan variasi beda perlakuan permukaan pada alat peraga bertujuan untuk mengetahui besar laju perpindahan panas pada masing-masing spesimen yang diuji. Spesimen yang diuji berjumlah 4 buah, terbuat dari bahan aluminium dengan perbedaan perlakuan permukaan pada masing-masing spesimen uji. Spesimen yang diuji tersebut yaitu: (1) aluminium dengan perlakuan

permukaan dipoles halus (*Al-Polishing*), (2) aluminium dengan permukaan kasar (*Al-Roughing*), (3) aluminium dengan perlakuan permukaan dicat warna hitam doff (*Al-Black*), (4) aluminium dengan perlakuan permukaan dicat warna putih (*Al-White*).

Berikut ini adalah hasil analisis data tentang laju perpindahan panas radiasi pada masing-masing spesimen uji.

Tabel 1. Rerata Laju Perpindahan Panas Radiasi pada Spesimen selama 20 menit

Waktu	Laju Perpindahan Panas (Watt)			
	<i>Al-Polish</i>	<i>Al-Roughing</i>	<i>Al-Black</i>	<i>Al-White</i>
0	0,31	0,54	7,67	7,31
2	0,30	0,53	7,51	7,34
4	0,30	0,52	7,23	7,33
6	0,30	0,53	7,05	7,16
8	0,29	0,54	7,11	6,93
10	0,29	0,52	7,18	6,98
12	0,29	0,51	7,05	7,01
14	0,29	0,51	6,96	7,01
16	0,29	0,53	6,85	6,85
18	0,29	0,52	6,84	6,73
20	0,29	0,50	6,85	6,73
Rata-rata	0,29	0,52	7,12	7,03



Gambar 1. Grafik Laju Perpindahan Panas Radiasi pada Pengujian Spesimen

Dari hasil analisis data, disimpulkan bahwa spesimen uji dengan laju perpindahan panas radiasi paling tinggi ke paling rendah dari keempat spesimen secara berurutan yaitu: (1) aluminium dicat warna hitam doff, (2) aluminium dicat warna putih, (3) aluminium dengan permukaan kasar, (4) aluminium dengan permukaan dipoles halus. Hasil pada tabel 1 tersebut merupakan hasil rata-rata dari pengujian spesimen uji yang dilakukan sebanyak 3 kali. Untuk lebih memudahkan pembacaan, berikut ini adalah grafik laju perpindahan panas pada masing-masing pengujian spesimen uji.

Data hasil pengujian dari masing-masing spesimen uji, selanjutnya diperlihatkan pada saat validasi alat peraga perpindahan panas radiasi oleh ahli materi perpindahan panas. Validator ahli materi perpindahan panas dapat menjadikan data pengujian spesimen tersebut sebagai acuan dalam melakukan validasi alat peraga perpindahan panas radiasi dengan variasi beda perlakuan permukaan spesimen uji

Hasil analisis validasi ahli media pembelajaran untuk modul mendapatkan total skor penilaian sebesar 33 dengan persentase 91,67 % dengan kriteria sangat baik, sedangkan alat peraga perpindahan panas secara radiasi dengan variasi beda perlakuan permukaan oleh mendapatkan perolehan total skor 82 dengan persentase sebesar 97,62% yang termasuk dalam kriteria sangat baik.

Hasil analisis validasi ahli materi perpindahan panas untuk modul mendapatkan total skor 36 dengan persentase 81,82% yang termasuk dalam kriteria sangat baik. Selanjutnya untuk hasil analisis validasi alat peraga perpindahan panas secara radiasi oleh ahli materi perpindahan panas mendapatkan perolehan total skor 39 dengan persentase 81,25% yang masuk dalam kriteria sangat baik.

Untuk hasil tanggapan mahasiswa terhadap penggunaan modul sebagai media pembelajaran perpindahan panas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Skor Perolehan Tanggapan Mahasiswa terhadap Penggunaan Media Pembelajaran

Media Pembelajaran	Total Skor	Persentase	Kriteria
Modul	790	82,29%	Sangat Baik
Alat Peraga	825	85,94%	Sangat Baik

Dapat dilihat pada Tabel 2, bahwa total skor tanggapan mahasiswa mengenai modul sebagai media pembelajaran sebesar 790 dengan nilai persentase 82,29 % dengan kriteria sangat baik. Sedangkan untuk hasil tanggapan mahasiswa terhadap penggunaan alat peraga perpindahan panas secara radiasi mendapatkan total skor penilaian sebesar 825 dengan persentase 85,94% kriteria sangat baik.

Terkait hasil pengujian spesimen uji dengan variasi beda perlakuan permukaan, didapatkan data laju perpindahan panas pada masing-masing spesimen selama 20 menit waktu pengujian. Dari hasil perhitungan didapatkan data bahwa besar laju perpindahan panas rata-rata pada masing-masing spesimen uji mengikuti urutan yang sama pada nilai teoritis dari emisivitasnya. Spesimen *Al-Black* memiliki laju

perpindahan panas rata-rata sebesar 7,12 W. Selanjutnya untuk spesimen *Al-White* sebesar 7,03 W. Sedangkan untuk spesimen uji *Al-Roughing* dan *Al-Polishing* memiliki laju perpindahan panas rata-rata sebesar 0,52 W dan 0,29 W.

Hasil perhitungan laju perpindahan panas tersebut merupakan analisis dari hasil pengujian pada masing-masing spesimen uji selama 20 menit dimana pengambilan data dilakukan setiap 2 menit sekali. Artinya, laju perpindahan panas rata-rata yang didapatkan merupakan hasil data rata-rata laju perpindahan panas sesaatnya selama selang waktu 20 menit.

Berdasarkan hasil pengujian laju perpindahan panas terhadap spesimen uji didapatkan suatu kesimpulan bahwa alat peraga yang dikembangkan oleh peneliti dapat

digunakan untuk mengukur perbedaan perlakuan permukaan pada masing-masing spesimen. Hasil tersebut sekaligus menunjukkan bahwa perbedaan pada perlakuan permukaan suatu benda akan mempengaruhi laju pancaran energi panas radiasinya. Pernyataan tersebut sesuai dengan pernyataan Koestoer (2002: 203) yang mengatakan bahwa emisivitas suatu material sangat tergantung kepada sifat atau ciri khas dari permukaan material tersebut yang dipengaruhi oleh proses *manufacturing*, perlakuan panas, serta reaksi kimia dengan lingkungan sekitarnya.

Perlakuan permukaan dengan pengerjaan kasar, pemolesan, dan pengecatan biasanya digunakan pada pengerjaan akhir pada proses produksi suatu benda.

Selanjutnya, hasil dari pengujian spesimen dan analisis laju perpindahan panas, diberikan kepada validator sebagai pertimbangan untuk validasi alat peraga perpindahan panas radiasi. Berdasarkan validasi ahli dan uji coba media pembelajaran perpindahan panas radiasi, maka diperoleh data hasil penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Media Pembelajaran Perpindahan Panas Radiasi

No	Responden	Media Pembelajaran		Rerata	Kriteria
		Alat Peraga	Modul		
1.	Ahli Media Pembelajaran	97,62 %	91,67 %	94,64 %	Sangat Baik
2.	Ahli Materi Perpindahan Panas	81,25 %	81,82 %	81,54 %	Sangat Baik
3.	Uji coba terhadap mahasiswa	85,94 %	82,29 %	84,11 %	Sangat Baik

Hasil analisis data mengenai uji validasi dari ahli media pembelajaran, alat peraga perpindahan panas secara radiasi yang dikembangkan mendapatkan persentase sebesar 97,62%. Sedangkan untuk modul perpindahan panas secara radiasi, mendapatkan persentase sebesar 91,67 %. Rerata hasil validasi media pembelajaran yang dinilai oleh ahli media pembelajaran mendapatkan persentase sebesar 94,74 % yang termasuk dalam kriteria "sangat baik". Berdasarkan hasil pada Tabel 3, maka dapat dikatakan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kriteria valid jika ditinjau dari sisi kelayakan media.

Terkait hasil validasi media pembelajaran oleh ahli materi perpindahan panas, alat peraga perpindahan panas secara radiasi mendapatkan persentase sebesar 80,68%. Sedangkan untuk modul perpindahan panas secara radiasi, mendapatkan persentase sebesar 81,82%. Rerata media pembelajaran yang dinilai oleh ahli materi perpindahan panas mendapatkan persentase

sebesar 81,25% yang termasuk dalam kriteria sangat baik.

Selanjutnya, untuk hasil uji coba penggunaan terhadap mahasiswa terhadap alat peraga perpindahan panas secara radiasi, mendapatkan persentase sebesar 85,94%, sedangkan modul perpindahan panas secara radiasi mendapatkan persentase sebesar 82,29%. Rerata media pembelajaran yang dinilai oleh mahasiswa peserta mata kuliah perpindahan kalor dasar mendapatkan persentase sebesar 84,11%, yang termasuk dalam kriteria sangat baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanggapan mahasiswa terhadap media pembelajaran yang dikembangkan sangat positif. Sebagian besar mahasiswa menanggapi bahwa media pembelajaran yang dikembangkan baik dan menarik.

Jika ditinjau dari hasil validasi dan uji coba penggunaan secara keseluruhan, media pembelajaran perpindahan panas radiasi dengan variasi beda perlakuan permukaan telah memenuhi kriteria valid. Hasil validasi dengan

kriteria sangat baik, menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan tersebut layak digunakan sebagai media pembelajaran. Tanggapan mahasiswa yang sangat positif terhadap media pembelajaran yang dikembangkan mengindikasikan bahwa penggunaan alat peraga pembelajaran dapat meningkatkan minat belajar dan daya tarik peserta didik terhadap materi yang dipelajari.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan terhadap alat peraga perpindahan panas secara radiasi dan modul perpindahan panas secara radiasi sebagai media pembelajaran perpindahan panas pada mata kuliah perpindahan kalor dasar, dapat disimpulkan sebagai berikut,

Hasil pengujian rata-rata laju perpindahan panas radiasi oleh alat peraga perpindahan panas radiasi untuk spesimen aluminium dicat warna hitam doff (*Al-Black*) adalah 7,12 W, spesimen aluminium dicat warna putih (*Al-White*) sebesar 7,03 W, spesimen aluminium dengan permukaan kasar (*Al-Roughing*) sebesar 0,52 W, dan spesimen aluminium dengan permukaan dipoles (*Al-Polishing*) sebesar 0,29 W.

Tahapan dalam pengembangan media pembelajaran perpindahan panas radiasi dengan variasi beda perlakuan permukaan dilakukan melalui ADDIE, yang terdiri dari tahap Analysis (analisis), Design (Perancangan), Development (pengembangan), Impelementation (Penerapan) dan Evaluation (evaluasi).

Validitas media pembelajaran perpindahan panas radiasi dengan variasi beda perlakuan permukaan spesimen uji yang dikembangkan, telah memenuhi kriteria valid ditinjau dari sisi kelayakan media pembelajaran. Rerata hasil presentase penilaian ahli media pembelajaran terhadap media pembelajaran yang dikembangkan sebesar 94,64 % dengan kriteria "sangat baik".

Validitas media pembelajaran perpindahan panas radiasi dengan variasi beda perlakuan permukaan spesimen uji yang dikembangkan, telah memenuhi kriteria valid

ditinjau dari sisi substansi/materi. Rerata hasil presentase penilaian ahli materi perpindahan panas terhadap media pembelajaran yang dikembangkan sebesar 81,54 % dengan kriteria "sangat baik".

Hasil uji coba penggunaan media pembelajaran perpindahan panas radiasi terhadap mahasiswa, mendapatkan tanggapan yang sangat baik. Rerata hasil presentase penilaian mahasiswa terhadap media pembelajaran yang dikembangkan sebesar 84,11 % dengan kriteria "sangat baik". Sebagian besar mahasiswa memberikan tanggapan yang sangat positif terhadap penggunaan media pembelajaran perpindahan panas radiasi pada mata kuliah perpindahan kalor dasar.

SARAN

Beberapa saran terkait pemanfaatan hasil penelitian tentang media pembelajaran perpindahan panas secara radiasi sebagai berikut:

Media pembelajaran perpindahan panas radiasi yang dikembangkan peneliti diharapkan dapat dimanfaatkan pada pembelajaran mata kuliah perpindahan panas di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Pengembangan lebih lanjut terhadap alat peraga perpindahan panas radiasi, yaitu dengan cara menambah jumlah variasi spesimen uji berupa pelapisan permukaan logam melalui *electroplating*.

Keterbatasan penelitian pada pengembangan media pembelajaran perpindahan panas berupa validasi perangkat pembelajaran, benda hitam, dan kehilangan panas (*heat lost*) untuk selanjutnya dapat diperbaiki dan dikembangkan pada penelitian berikutnya.

Penelitian lanjutan terkait penerapan media pembelajaran perpindahan panas radiasi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap prestasi mahasiswa dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, A. 2011. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Koestoer, R. Artono. 2002. *Perpindahan kalor Untuk Mahasiswa Teknik*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Wicaksono, Tangguh, Hadromi, Karsono. 2012. Media Peraga Programmed Fuel Injection untuk Meningkatkan Hasil Belajar Sistem Bahan Bakar. *Automotive Science and Education Journal*. Volume 1. Nomor 1: Halaman 50-55.