

STUDI KELAYAKAN MEDIA PEMBELAJARAN ALAT UJI PERUBAHAN PROPERTIS UAP KERING YANG MELALUI NOZZLE

(FEASIBILITY STUDY OF LEARNING PROPERTICAL CHANGE TESTING MEDIA TESTING THROUGH NOZZLE)

Dedi Sugiarto

Email: dediptm11@gmail.com, Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang

Samsudin Anis

Email: samsudin_anis@mail.unnes.ac.id, Prodi Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle, dan mengetahui kelayakan dan tanggapan mahasiswa untuk dijadikan media pembelajaran termodinamika. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan desain penelitian ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah dirancang dan dibuat media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering melalui nozzle. Persentase kelayakan dari ahli media diperoleh 81,41% dengan kriteria "sangat baik". Persentase kelayakan dari ahli materi diperoleh 90,38% dengan kriteria "baik". Sedangkan persentase kelayakan menurut tanggapan mahasiswa diperoleh 81,42% dan masuk dalam kriteria "baik". Secara umum dapat disimpulkan bahwa, media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering melalui nozzle yang telah dikembangkan, layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah termodinamika

Kata kunci: Media Pembelajaran, Perubahan Propertis Uap Kering, Nozzle

Abstract

This study aims to design and create learning media for dry steam property change test equipment through the nozzle and determine the feasibility and response of students to become thermodynamic learning media. The research method used is Research and Development with ADDIE research design (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). The results showed that the learning media had been designed and made a test tool for the change of dry steam properties through the nozzle. The percentage of eligibility from media experts obtained 81.41% with the criteria of "very good". The percentage of eligibility for material experts was obtained 90.38% with the criteria of "good". While the percentage of eligibility according to student responses was 81.42% and included in the "good" criteria. In general, it can be concluded that the learning media of dry steam property change test tool through the nozzle that has been developed, is suitable to be used as a learning medium in the thermodynamics course

Keywords: Learning Media, Change in Dry Steam Properties, Nozzle

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran merupakan suatu proses yang mengandung serangkaian pelaksanaan oleh pengajar dan subjek belajar atas dasar hubungan timbal-balik yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan tertentu. Interaksi timbal balik ini merupakan syarat utama proses pembelajaran yang efektif. Untuk mencapai kriteria pembelajaran yang efektif, ada beberapa hal yang perlu diubah. Salah satunya dengan menggunakan media pembelajaran. Menurut Cecep Kustandi dan Bambang Sutjipto (2011: 4) menyatakan bahwa media pembelajaran adalah alat yang dapat membantu proses belajar mengajar dan berfungsi untuk memperjelas makna pesan yang disampaikan, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih baik dan sempurna. Penggunaan media pembelajaran sangatlah penting yaitu untuk mempermudah mahasiswa memahami materi kuliah yang diberikan dosen.

Mata kuliah termodinamika merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa teknik mesin. Menurut Potter dan Somerton (2011: 1) "termodinamika merupakan ilmu yang mempelajari tentang penyimpanan,

transformasi (perubahan) dan transfer (perpindahan) energi". Energi disimpan dalam bentuk internal energy (energi dalam), energi kinetik (yang disebabkan gerak), energi potensial (yang disebabkan ketinggian) dan energi kimia (yang disebabkan komposisi kimiawi). Energi ditransformasikan/ diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya dan ditransfer melintasi suatu batas sebagai kalor atau usaha/kerja. Termodinamika sangat erat kaitannya dengan temperatur, tekanan, dan volume, karena dapat mengubah sifat atau propertis zat. Salah satu penerapan ilmu termodinamika yaitu ketel uap (boiler) dimana proses pemanasan air di dalam boiler berkaitan langsung dengan temperatur, tekanan, dan volume.

Penelitian perubahan propertis uap kering, bermula dari pengembangan steam boiler properties yang terdapat di Universitas Gajah Mada. Steam boiler properties, terdiri dari dua bagian yaitu boiler dan pipa pengalir uap boiler memiliki ukuran panjang 500 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 1000 mm. Sedang, pipa pengalir uap memiliki ukuran panjang 4000 mm, lebar 1000 mm, dan tinggi 1500 mm. Boiler ini mampu menghasilkan uap jenuh dengan tekanan yang

dijijinkan sebesar 3 bar. Uap yang dihasilkan boiler kemudian dialirkan melalui pipa pengalir uap melalui media penghalang nozzle.

Nozzle merupakan suatu peralatan lintasan aliran dengan luas penampang pada kedua ujungnya berbeda, dimana kecepatan aliran fluida yang melaluinya akan meningkat searah dengan lintasan aliran. Dengan meningkatnya kecepatan aliran uap akan mengakibatkan penurunan tekanan uap tersebut, sehingga propertis uap tersebut akan berubah.

Penelitian mengenai nozzle pernah dilakukan oleh Wardanu (2013) dengan judul "Rancangan Nozzle Waterjet Untuk Meningkatkan Kecepatan Renang Pada Tank BMP-3F (Infantry Fighting Vehicle)". Penelitian ini dimuat dalam Jurnal Teknik Pomits Vol. 2. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa peningkatan kecepatan renang dari tank BMP-3F dengan melakukan variasi pada nozzle waterjer. Hasil dari penelitian ini nozzle dengan bentuk cone dengan sudut 40 menghasilkan thrust dan kecepatan tertinggi yaitu thrust sebesar 122,271 KN dengan kecepatan 17,27 km/h pada saat thrust deduction factor sebesar 0,3076

Uap air merupakan gas yang timbul akibat perubahan fase air (cair) menjadi uap (gas) dengan cara pendidihan (Murni, 2012:2). Uap yang dihasilkan oleh boiler, mula-mula air dalam keadaan dingin kemudian dipanaskan hingga mendidih lalu terbentuk uap air. Uap air masih dalam bentuk uap air jenuh. Uap air jenuh dialirkan ke dalam superheater untuk memanaskan kembali uap jenuh menjadi uap kering. Uap kering tersebut dialirkan pada media penghalang berupa nozzle.

Untuk memahami perubahan propertis tersebut mahasiswa perlu adanya alat peraga yang dapat mengukur perubahan propertis uap. berbagai variasi tekanan, dan ukuran sudut nozzle dapat merubah propertis uap kering yang berbeda. Adanya alat peraga sebagai alat bantu mengetahui perubahan propertis uap kering sangat membantu dalam proses pembelajaran pada materi termodinamika.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dibuat media pembelajaran perubahan propertis uap kering melalui nozzle yang memenuhi kriteria media pembelajaran yang valid, praktis dan efektif untuk menunjang proses belajar mengajar dan meningkatkan pemahaman mahasiswa. Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle sebagai media pembelajaran termodinamika, mengetahui kelayakan media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle terhadap ahli media dan ahli materi untuk dijadikan sebagai

pembelajaran termodinamika dan mengetahui tanggapan mahasiswa terhadap media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle sebagai media pembelajaran termodinamika.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian research and development / R&D. Menurut Sugiyono (2010 : 407) metode research and development adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk, dan menguji keefektifan produk tersebut. Sedangkan desain penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah model ADDIE. Model ADDIE terdiri dari lima tahapan yaitu analyze, design, develop, implement, and evaluate (Arnetis et al., 2014: 44).

Tahap pertama analyze (analisis) merupakan menganalisis perlu adanya pengembangan media pembelajaran termodinamika berupa alat peraga alat uji perubahan propertis uap. Pengembangan ini diawali dari hasil analisa pengembangan steam boiler properties yang terdapat di Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Pengembangan dilakukan yaitu membuat media pembelajaran yang mampu mengukur perubahan propertis khususnya uap kering yang melalui nozzle. Pembuatan media yang lebih kecil dan simpel bertujuan agar media pembelajaran mudah untuk dipindah-pindahkan. Desain media penghalang berupa nozzle yang mudah dilepas bertujuan untuk mempermudah mahasiswa dalam menggunakan dan merawat alat.

Media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle dibuat untuk mempermudah mahasiswa dalam belajar mata kuliah termodinamika. Dibutuhkannya alat peraga di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang mendorong peneliti untuk merealisasikan alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle, agar pembelajaran di kelas lebih baik.

Tahap kedua yaitu design. Tahap ini bertujuan untuk merancang peraga perubahan propertis uap kering yang akan dijadikan media pembelajaran mata kuliah termodinamika. Peraga ini menggambarkan bagaimana proses perubahan propertis uap kering itu bisa terjadi. Rancangan peraga ini, tidak hanya memfokuskan penelitian untuk variasi debit uap dan variasi ukuran pada spesimen uji saja, terdapat juga bentuk variasi-variasi lainnya yang berhubungan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan propertis uap kering, di antaranya seperti faktor sudut pada pipa, permukaan spesimen uji, dan penambahan

dinding isolasi untuk mengurangi kehilangan panas yang terlalu banyak (heat lost).

Tahap ketiga yaitu development, prototype perancangan peraga perubahan propertis uap kering dilakukan pengujian dari ahli media, dan ahli materi. Hal ini bertujuan untuk memberikan validasi peraga tersebut, bahwa peraga tersebut layak dijadikan sebagai media pembelajaran termodinamika dan mampu mengukur perubahan propertis uap kering dengan spesimen uji berupa nozzle. Tahapan validasi, akan melalui berbagai revisi, validasi dan uji coba terbatas.

Tahap keempat Implementasi yaitu saat dimana alat peraga dijadikan sebagai media pembelajaran termodinamika yang digunakan sebagai pembelajaran di dalam kelas. Penelitian pada tahap penerapan dilakukan hanya sampai uji coba terbatas. Hal ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk pengujian lama, sedangkan waktu yang digunakan untuk penelitian terbatas.

Uji coba terbatas dilakukan untuk mengetahui media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah termodinamika. Uji coba terbatas melibatkan satu kelas mahasiswa mata kuliah Termodinamika Jurusan Teknik Mesin, S1 Universitas Negeri Semarang. Materi mengenai termodinamika disampaikan dahulu sebelum memulai pembelajaran menggunakan media pembelajaran termodinamika. Setelah mengikuti pembelajaran menggunakan media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle mahasiswa diminta untuk memberi tanggapan yang diisikan ke dalam angket yang disediakan

Tahap terakhir yang dilakukan adalah

evaluasi. Evaluasi adalah bagaimana hasil dari penerapan alat peraga perubahan propertis uap dalam meningkatkan pengetahuan belajar mahasiswa dan dianalisis untuk mengetahui kelayakan serta keefektifan alat peraga perubahan propertis tersebut dalam meningkatkan pengetahuan belajar mahasiswa. Tetapi tahap ini tidak dilakukan karena penelitian hanya sampai tahap penerapan di dalam kelas saja, tidak sampai mengukur hasil belajar mahasiswa.

HASIL PENELITIAN

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan media pembelajaran perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle dalam memberikan perbedaan temperatur dan tekanan sebelum melewati dan setelah melewati spesimen uji nozzle. Pengambilan data dilakukan pada berbagai variasi tekanan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan Tabel 2 adalah hasil evaluasi sifat-sifat uap kering masing-masing sebelum melalui nozzle dan sesudah melalui nozzle.

PEMBAHASAN

Berdasarkan data-data yang didapat di atas maka dapat dijabarkan dalam beberapa poin pembahasan yaitu mengenai perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle dan kelayakan media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle

Tekanan

Pengujian menunjukkan terjadinya penurunan tekanan uap kering setelah melalui media penghalang nozzle. Penurunan itu ditunjukkan dari manometer yang terpasang pada pipa pengalir. Perbedaan tekanan uap sebelum melalui nozzle

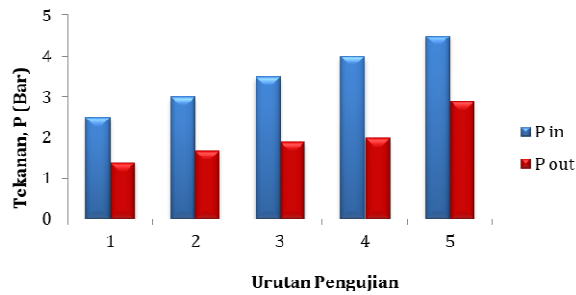
Tabel 1. Data Tekanan dan temperatur Inlet/outlet

Urutan Pengujian	inlet		outlet		ΔT	ΔP
	P (Bar)	T (°C)	P (Bar)	T (°C)		
	2,5	170	1,4	132	34	1,1
	3	175	1,7	136	39	1,3
	3,5	190	1,9	150	40	1,6
	4	200	2	156	44	2
	4,5	210	2,4	160	50	2,1

Tabel 2. Tabel Uap Kering Inlet dan Outlet

Urutan Pengujian	P (Bar)		T (°C)		v (m ³ /kg)		u (kJ/kg)		h (kJ/kg)		s (kJ/kgK)	
	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
1	2,5	1,4	170	132	0,837	1,476	2605,33	2552,54	2806,2	2736,7	7,271	7,389
2	3	1,7	175	136	0,675	1,208	2610,75	2556,67	2813,3	2742,2	7,195	7,308
3	3,5	1,9	190	150	0,611	1,057	2632,53	2577,49	2841,8	2769,6	7,194	7,313
4	4	2	200	156	0,534	0,974	2646,80	2586,20	2860,5	2781,0	7,171	7,307
5	4,5	2,4	210	160	0,511	0,850	2660,84	2590,15	2878,9	2786,3	7,157	7,245

dan setelah melalui nozzle ditunjukkan pada grafik di bawah.

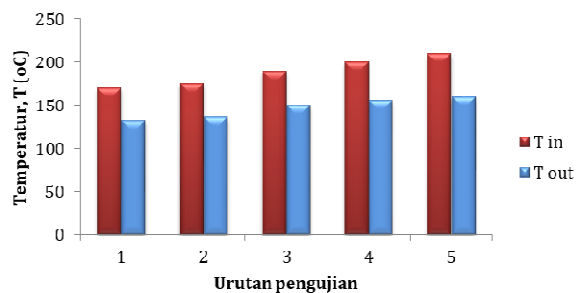


Gambar 1 Grafik Perubahan Tekanan Propertis Uap Kering

Pada Gambar 1 di atas menunjukkan penurunan tekanan dari tekanan inlet menuju tekanan outlet. Penurunan tekanan uap kering meningkat seiring dengan peningkatan inlet. Penurunan tekanan terkecil terjadi pada pengujian 1 yaitu dari tekanan 2,5 bar menjadi 1,4 bar. Penurunan terbesar terjadi pada pengujian 5 yaitu dari tekanan 4,5 bar, tekanan menurun hingga angka 2,4 bar, sehingga terjadi perbedaan tekanan inlet dan tekanan outlet sebesar 2,1 bar. Hal ini sejalan dengan pernyataan Potter dan Semerton (2011:71) yang menjelaskan bahwa cara kerja nozzle adalah dengan cara mengurangi tekanan.

Temperatur

Hasil pengujian dari temperatur mengalami penurunan setelah melewati alat uji atau media penghalang nozzle. Penurunan temperatur uap kering dapat diamati melalui termometer yang terpasang pada pipa pengalir. Grafik penurunan temperatur uap kering dapat diamati melalui Gambar 2 di bawah ini.



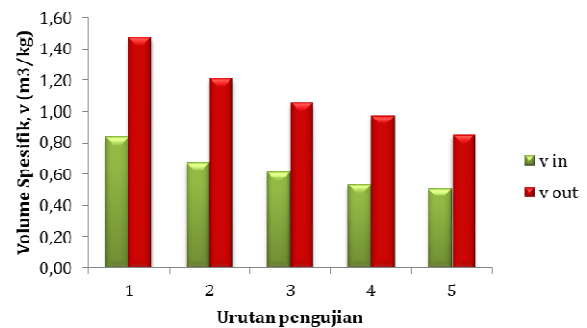
Gambar 2 Grafik Perubahan Temperatur Propertis Uap Kering

Gambar 2 di atas menunjukkan terjadinya perubahan propertis uap kering yaitu temperatur. Berdasarkan grafik tersebut, dapat diamati pada urutan pengujian pertama terjadi penurunan temperatur terkecil yaitu sebesar 38o C dari 170o C menjadi 132o C, sedangkan untuk penurunan temperatur terbesar terjadi pada urutan pengujian ke-5 yaitu sebesar 50o C. Hasil penelitian

menunjukkan terjadinya penurunan temperatur uap kering pada aliran outlet atau setelah nozzle adalah seiring dengan penurunan tekanan pada aliran outlet seperti dijelaskan pada poin sebelumnya. Hal ini sejalan dengan pernyataan "Gay-Lussac (1778-1850), menyatakan bahwa pada volume konstan, tekanan gas berbanding lurus dengan temperatur mutlak" (Giancoli, 2001: 461).

Volume Spesifik

Perubahan propertis uap kering berupa tekanan dan temperatur mempunyai efek yang cukup besar terhadap perubahan volume spesifik. Ketiga propertis ini mempunyai hubungan dalam pembahasan sifat-sifat zat murni kompresibel sederhana. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan volume spesifik yang diperlihatkan melalui grafik berikut.



Gambar 3. Grafik Perubahan Volume Spesifik inlet dan outlet

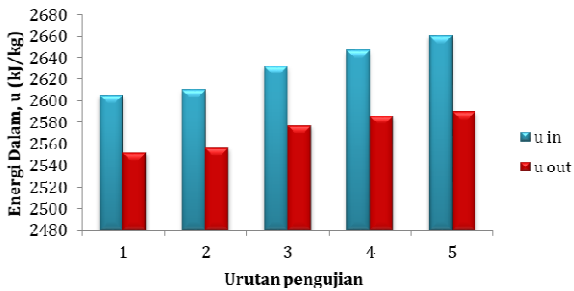
Gambar 3 di atas menunjukkan perubahan nilai volume spesifik pada uap kering setelah melalui nozzle. Data penelitian memperlihatkan terjadinya peningkatan nilai volume spesifik pada masing-masing pengukuran yaitu pada tekanan semua urutan pengujian, hal ini sejalan dengan pernyataan Moran dan Saphiro (2004: 97) yang menjelaskan bahwa peningkatan volume spesifik yang terjadi di daerah fase tunggal cair atau uap pada temperatur tetap akan menyebabkan tekanan mengalami penurunan. Proses pengujian propertis uap kering yang dilakukan tidak mempertahankan temperatur pada kondisi konstan, sehingga temperatur akan turun seiring dengan menurunnya tekanan uap. Perubahan nilai volume spesifik outlet bersifat linier sesuai dengan nilai volume spesifik inlet.

Energi dalam

Energi dalam merupakan propertis uap kering yang dapat dievaluasi dengan bantuan tabel dengan cara memasukkan nilai propertis tekanan dan temperatur terlebih dahulu. Hasil evaluasi energi dalam ditunjukkan pada gambar 4.

Gambar 4 di atas menunjukkan terjadinya penurunan energi dalam uap kering outlet dibandingkan dengan nilai uap kering inlet. Grafik

energi dalam di atas memperlihatkan besarnya penurunan yang terjadi mengalami peningkatan seiring dengan naiknya tekanan.



Gambar 4 Grafik perubahan energi dalam inlet dan outlet

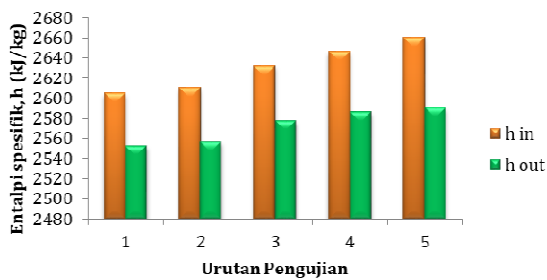
Jika diamati perubahan energi dalam memiliki kesamaan dengan penurunan temperatur. Hal ini dapat disimpulkan bahwa temperatur berperan terhadap perubahan propertis energi dalam yang dijelaskan dalam persamaan (Paul, 1998:621) :

$$U = \frac{3}{2}nRT \dots\dots\dots(1)$$

Dari persamaan (1) terdapat hubungan antara energi dalam dan temperatur. Sehingga apabila temperatur mengalami penurunan maka energi dalam juga akan mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan grafik perubahan energi dalam di atas.

Entalpi Spesifik

Penurunan nilai propertis tekanan dan temperatur pada uap kering mengakibatkan terjadinya penurunan pula pada nilai entalpi spesifik uap. Gambar 5 di bawah menunjukkan perubahan entalpi spesifik uap outlet yang mengalami penurunan jika dibandingkan dengan entalpi spesifik uap inlet.



Gambar 5 Grafik perubahan Entalpi spesifik inlet dan Outlet

Perubahan entalpi spesifik aliran uap kering pada variasi tekanan inlet yang melewati nozzle dapat dilihat pada Gambar 5 di atas. Pada urutan pengujian pertama terjadi penurunan sebesar 69,5 kJ/kg, kemudian seiring dengan meningkatnya tekanan penurunan yang terjadi semakin besar. Turunnya nilai entalpi spesifik berbanding lurus dengan turunnya energi dalam. Hal ini terjadi ka-

rena nilai energi dalam mempunyai peran besar terhadap nilai entalpi spesifik karena entalpi spesifik merupakan penjumlahan dari energi dalam dengan hasil kali tekanan dan volume. Tekanan dan volume merupakan dua sifat yang berbanding terbalik, ketika tekanan meningkat maka volume akan turun dan sebaliknya. Sehingga kedua propertis ini tidak bisa membuat perubahan nilai entalpi spesifik, karena energi dalamlah yang lebih menentukan perubahan entalpi spesifik tersebut, sehingga grafik perubahan entalpi spesifik yang terbentuk akan menyerupai grafik perubahan energi dalam. Perhitungan di bawah merupakan contoh penggunaan persamaan untuk mencari nilai entalpi spesifik. Nilai tekanan yang dipilih adalah 2 bar, angka ini jika dikonversi pada satuan kPa maka akan didapatkan 200 kPa. Berdasarkan Tabel 2 volume spesifik uap terukur 0,97408 m³/kg dan energi dalamnya adalah 2586,80 kJ/kg, sehingga nilai entalpi spesifiknya adalah sebagai berikut

$$H = u + pv$$

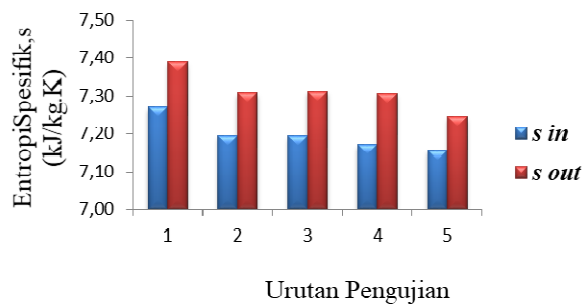
$$h = 2586,80 + (200 \times 0,97408)$$

$$h = 2586,80 + 196,816$$

$$h = 2781,616 \text{ kJ/kg}$$

Nilai entalpi spesifik yang didapatkan berdasarkan perhitungan rumus adalah 2788,616 kJ/kg. Nilai ini sesuai dengan nilai yang didapatkan melalui interpolasi linier menggunakan tabel. Beberapa angka dibelakang tanda koma yang menunjukkan perbedaan merupakan sesuatu kewajaran dalam perhitungan nilai pecahan.

Entropi Spesifik



Gambar 6 Grafik Perubahan Entropi Inlet dan Outlet

Berdasarkan Gambar 6, grafik perubahan entropi menunjukkan terjadinya kenaikan entropi uap kering setelah melalui nozzle. Besarnya kenaikan yang terjadi sangat bervariasi, kenaikan nilai entropi spesifik terbesar terjadi pada urutan pengujian keempat yaitu sebesar 0,13615 kJ/kg K, sedangkan kenaikan terkecil pada urutan pengujian kelima yaitu 0,08787 kJ/kg K. Hal ini sejalan dengan pernyataan Reynolds (1983:142) yang menyatakan bahwa peningkatan entropi

spesifik dalam suatu sistem memiliki makna terjadinya penurunan energi dalam.

Rekapitulasi Hasil Analisa Validasi Ahli dan Tanggapan Mahasiswa Terhadap Media Pembelajaran alat Uji Perubahan Propertis Uap kering yang Melalui Nozzle. Berdasarkan data-data yang telah diperoleh dari validasi ahli media pembelajaran, ahli materi termodinamika, dan tanggapan mahasiswa maka dibuatlah rekapitulasi data pada tabel 3.

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa hasil penilaian atau hasil validasi oleh ahli media pembelajaran yang dilakukan oleh 1 orang dosen jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang mendapatkan persentase 81,41% yang berarti media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle termasuk dalam kategori sangat baik. Sedangkan hasil yang diperoleh dari validasi ahli materi termodinamika yang dilakukan oleh 1 orang dosen jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang mendapatkan persentase sebesar 90,38% yang berarti media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle termasuk dalam kategori sangat baik. Tanggapan mahasiswa mengenai media pembelajaran ini mendapatkan persentase sebesar 81,42% yang berarti media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering melalui nozzle termasuk dalam kategori sangat baik

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan sebelumnya maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dihasilkan media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle sebagai media pembelajaran pada mata kuliah termodinamika. Dengan dimensi 135 cm X 40 cm, dimana komponen terdiri dari boiler, pipa api, reheater (superheater), pipa pengalir uap, pipa pengalir air, reservoir, tabung LPG, regulator, stove, liquid level gauge valve, gelas penduga, nozzle, rangka, dan toolbox.
2. Media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle telah dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran ditinjau dari sudut pandang ahli media dan ahli materi. Hal ini dikarenakan persentase perolehan nilai dari ahli media adalah sebesar 81,41% dan ahli materi 90,38%. Dengan nilai tersebut sudah bisa dipastikan termasuk dalam kategori sangat baik yang merupakan indikator bahwa media pembelajaran tersebut layak untuk digunakan.

3. Mahasiswa yang menjadi sasaran pengguna media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle yaitu mahasiswa teknik mesin prodi Pendidikan Teknik Mesin tahun angkatan 2014 mata kuliah termodinamika telah memberikan tanggapan yang positif terhadap penggunaan peraga sebagai media pembelajaran dalam perkuliahan tersebut, dengan persentase penilaian atas angket yang diajukan yaitu sebesar 81,42% dengan kriteria sangat baik.

Saran

Berdasarkan hasil simpulan di atas, ada beberapa saran dari penulis yaitu sebagai berikut:

1. Masih banyak keterbatasan penelitian maupun peraga yang telah diuraikan pada bab sebelumnya agar dapat disempurnakan atau dikembangkan diantaranya : alat peraga masih dalam keadaan sistem terbuka, belum adanya pompa air masukan boiler sehingga tidak dapat menambah air pada saat pemanasan boiler.
2. Penelitian yang dilakukan terbatas hanya untuk mengetahui tingkat kelayakan peraga untuk dijadikan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah termodinamika, sehingga terbuka peluang bagi peneliti lain untuk dapat mengembangkan penelitian untuk mengetahui pengaruh media pembelajaran terhadap peningkatan prestasi hasil belajar mahasiswa.
3. Peraga alat uji perubahan propertis uap kering yang melalui nozzle yang telah dinilai layak sebagai media pembelajaran pada mata kuliah termodinamika supaya agar digunakan sebagai penunjang pemahaman dan pengetahuan mahasiswa dalam perkuliahan termodinamika.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnetis, M. N, dan Sri A. 2014. Penilaian Berbasis Kelas untuk Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Biologi SMP. *Jurnal Biogenesis*. Vol. 11, No.1, Hal. 43-48.
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika (Edisi Kelima)*. Translated by Hanum, Yuhilza. Jakarta: Erlangga.
- Kustandi, C dan Bambang S. 2011. *Media Pembelajaran Manual dan Digital*. Bogor: Ghalia Indonesia
- Moran, M. J. dan Howard N. S. 2004. *Termodinamika Teknik (Jilid 1)*. Translate by Nugroho, Y. S. Jakarta: Erlangga
- Murni. 2012. *Ketel Uap*. Semarang : UPT UNDIP Press
- Potter, M. C. dan Somerton, C. W. 2008. *Termodinamika Teknik*. Translated by Layukallo, Thombi. 2011. Jakarta : PT Gramedia

Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabea
Wardanu, Y.S., Santoso, A., Adji, S. W.. 2013. Pengembangan Rancangan Nozzle

Waterjet untuk Meningkatkan Kecepatan Renang pada Tank BMP-3F (Infantry Fighting Vehicle). *Jurnal Teknik Pomits* 2/1: 139-143