



**ALAT UJI PERUBAHAN PROPERTIS UAP KERING  
MELALUI VENTURI SEBAGAI  
MEDIA PEMBELAJARAN TERMODINAMIKA**

**SKRIPSI**

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**UNNES**  
oleh  
**Bagus Wahyu Saputro**  
5201411052

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2016**


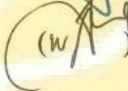
## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:





Nama : Bagus Wahyu Saputro  
NIM : 5201411052  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1  
Judul Skripsi : Alat Uji Perubahan Propertis Uap Kering melalui Venturi sebagai Media Pembelajaran Termodinamika

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

### Panitia Ujian

		Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Rusiyanto, S.Pd, M.T. NIP 197403211999031002		28/1/16 .....
Sekretaris	: Wahyudi, S.Pd., M.Eng. NIP 198003192005011001		29/1/16 .....

### Dewan Penguji

Pembimbing	: Dr. Eng. Karnowo, S.T., M.Eng. NIP 197706062005011001		28 / 1 / 16 .....
Penguji Utama I	: Samsudin Anis, S.T., M.T.Ph.D. NIP 197601012003121002		22 / 1 / 16 .....
Penguji Utama II	: Drs. Pramono NIP 195809101985031002		22 / 1 / 16 .....
Penguji Pendamping	: Dr. Eng. Karnowo, S.T., M.Eng. NIP 197706062005011001		28 / 1 / 16 .....

Ditetapkan tanggal:

UNNES  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Qudus, M.T.  
NIP 196911301994031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

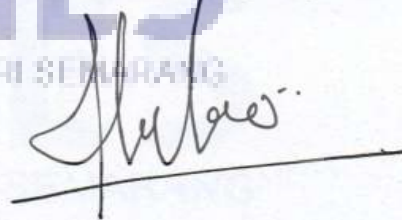
Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Mahasiswa : Bagus Wahyu Saputro  
NIM : 5201411052  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1  
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Alat Uji Perubahan Propertis Uap Kering melalui Venturi sebagai Media Pembelajaran Termodinamika”** ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi mana pun, dan sepanjang sepengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang,

Yang membuat pernyataan



Bagus Wahyu Saputro  
NIM 5201411052

## ABSTRAK

**Bagus Wahyu Saputro. 2015.** *Alat Uji Perubahan Propertis Uap Kering melalui Venturi sebagai Media Pembelajaran Termodinamika.* Skripsi. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Kata kunci : media pembelajaran, propertis uap, venturi

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan propertis uap kering sebelum dan setelah melewati media penghalang venturi, untuk mengukur tingkat kelayakan media pembelajaran dari sudut pandang ahli media dan ahli materi dan untuk mengukur tingkat kelayakan media pembelajaran dari penilaian mahasiswa setelah media pembelajaran tersebut digunakan dalam proses pembelajaran.

Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan atau *Research and Development (R and D)* dengan desain penelitian *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation (ADDIE)*. Bahan penelitian pengembangan adalah media pembelajaran perubahan propertis uap kering melalui venturi berupa alat peraga. Subjek penelitian adalah ahli media pembelajaran, ahli materi Termodinamika dan mahasiswa mata kuliah Termodinamika Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang yang menjadi penilai atas kelayakkan media pembelajaran yang dikembangkan. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah angket dan dokumentasi. Hasil validasi para ahli dan tanggapan mahasiswa dianalisis dengan teknik skala persentase dan dijabarkan dengan teknik deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan propertis uap kering sebelum dan setelah melalui venturi. Persentase kelayakkan dari ahli media diperoleh 85% tergolong dalam kriteria sangat baik, dari ahli materi diperoleh 81% dan tergolong dalam kriteria sangat baik, sedangkan dari penilaian mahasiswa diperoleh 80%, nilai ini termasuk dalam kriteria sangat baik

Disimpulkan bahwa media pembelajaran perubahan propertis uap kering yang dikembangkan dianggap layak. Disarankan kepada pengajar mata kuliah Termodinamika untuk memanfaatkan media pembelajaran tersebut pada pembelajaran mata kuliah Termodinamika.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'aalamiin, segala puja dan puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan berkat, rahmat dan hidayah, serta karunia-Nya, skripsi dengan judul “Alat Uji Perubahan Propertis Uap Kering melalui Venturi sebagai Media Pembelajaran Termodinamika” dalam rangka menyelesaikan studi Strata Satu untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang ini dapat diselesaikan.

Skripsi ini dapat terselesaikan tidak luput dari bantuan semua pihak dalam bentuk bimbingan, motivasi, finansial dan bantuan lain yang sangat berarti. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, antara lain:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi motivasi dan kelancaran dalam penyusunan skripsi.
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melakukan penelitian berkaitan dengan skripsi.
3. Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi izin penulis untuk menggunakan segala fasilitas laboratorium.
4. Drs. Ramelan, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

5. Dr. Eng. Karnowo, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing pengganti yang telah memberikan bimbingan, motivasi, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan dunia pendidikan pada khususnya.

Semarang, Januari 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	2
A. Latar Belakang .....	2
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Pembatasan Masalah .....	5
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian .....	6
F. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
A. Kajian Teori .....	8
1. Media Pembelajaran.....	8

2. Manfaat Media Pembelajaran .....	9
3. Syarat-syarat Media Pembelajaran .....	10
4. Macam-macam Media Pembelajaran.....	10
5. Termodinamika .....	11
6. Propertis (Sifat).....	14
7. Temperatur .....	15
8. Tekanan.....	18
9. <i>Internal Energy</i> .....	21
10. <i>Enthalpy</i> .....	22
11. <i>Entropy</i> .....	23
12. <i>Volume Specific</i> .....	26
13. Uap Air.....	26
14. Venturi .....	28
B. Kajian Penelitian yang Relevan .....	30
C. Kerangka Pikir Penelitian .....	31
D. Pertanyaan Penelitian.....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>34</b>
A. Jenis Penelitian.....	34
1. <i>Analysis</i> .....	34
2. <i>Design</i> .....	35
3. <i>Development</i> .....	39



4. <i>Implementation</i> .....	40
5. <i>Evaluation</i> .....	41
B. Instrumen Pengumpulan Data .....	42
1. Lembar Validasi Ahli .....	42
2. Lembar Tanggapan Mahasiswa .....	47
C. Teknik Analisis Data .....	47
1. Teknik Analisis Data Validasi Ahli .....	48
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN</b> .....	<b>52</b>
A. Hasil Penelitian .....	52
1. Pengujian Perubahan Propertis Uap Kering Sebelum dan Setelah melalui Venturi .....	52
2. Validasi Alat Uji Perubahan Propertis Uap Kering Melalui Venturi oleh Ahli Media dan Ahli Materi .....	56
3. Tingkat Kelayakan Media Pembelajaran setelah diimplementasikan dalam Pembelajaran Termodinamika .....	61
B. Pembahasan .....	62
1. Perbedaan Propertis Uap Kering sebelum dan setelah melalui Venturi .	62
2. Validasi Ahli Media dan Ahli Materi .....	83
3. Kelayakan Media Pembelajaran melalui Tanggapan Mahasiswa .....	88
C. Keterbatasan Penelitian .....	90
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>92</b>

A. Simpulan .....	92
B. Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA .....	95
DAFTAR LAMPIRAN.....	97



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skala Temperatur .....	18
Gambar 2.2. Tekanan Absolut, Ukur dan Vakum.....	20
Gambar 2.3. Diagram Temperatur-Entropi.....	24
Gambar 2.4. Diagram Entalpi-Entropi .....	25
Gambar 2.5. Diagram T- $v$ .....	27
Gambar 2.6. Kerangka Berpikir .....	32
Gambar 3.1. Desain Alat Peraga Propertis Uap.....	36
Gambar 3.2. Gambar Potongan.....	36
Gambar 3.3. Skema Kerja Alat Peraga .....	38
Gambar 3.4. Alur Penelitian.....	42
Gambar 4.1. Diagram Perbedaan dan Perubahan Tekanan <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> .....	66
Gambar 4.2. Diagram Perbedaan dan Perubahan Temperatur <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> ....	67
Gambar 4.3. Perbedaan dan Perubahan Volume Spesifik <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> .....	68
Gambar 4.4. Perbedaan dan Perubahan <i>Internal Energy inlet</i> dan <i>outlet</i> .....	70
Gambar 4.5. Perbedaan dan Perubahan <i>Enthalpy inlet</i> dan <i>outlet</i> .....	71
Gambar 4.6. Perbedaan dan Perubahan <i>Entropy inlet</i> dan <i>outlet</i> .....	73
Gambar 4.7. Grafik Kenaikan Temperatur terhadap Waktu .....	76
Gambar 4.8. Grafik Kenaikan Tekanan terhadap Waktu .....	78
Gambar 4.9. Perbandingan Produksi Uap .....	80
Gambar 4.10. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Gas LPG .....	82
Gambar 4.11. Kedudukan Skor Ahli media dalam Skala .....	84
Gambar 4.12. Kedudukan Skor Ahli Materi dalam Skala .....	87

Gambar 4.13. Kedudukan Skor Tanggapan Mahasiswa dalam Skala ..... 89



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Kisi-kisi Instrumen Ahli Media .....	43
Tabel 3.2. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Materi.....	44
Tabel 3.3. Data Eksperimental .....	45
Tabel 3.4. Nilai Propertis Uap <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> .....	46
Tabel 3.5. Data Perubahan Propertis Uap Kering .....	47
Tabel 3.6. Kisi-kisi Kuisisioner Mahasiswa .....	47
Tabel 3.7. Penilaian Ahli.....	48
Tabel 3.8. Kelayakan Media Pembelajaran.....	51
Tabel 4.1. Data Tekanan dan Temperatur <i>Inlet/Outlet</i> .....	53
Tabel 4.2. Verifikasi Uap Kering .....	54
Tabel 4.3. Validator Ahli Media .....	57
Tabel 4.4. Hasil Penilaian Ahli Media .....	57
Tabel 4.5. Saran Ahli Media .....	58
Tabel 4.6. Validator Ahli Materi.....	59
Tabel 4.7. Hasil Penilaian Ahli Materi.....	59
Tabel 4.8. Saran Ahli Materi.....	61
Tabel 4.9. Hasil Tanggapan Mahasiswa .....	62
Tabel 4.10. <i>Propertis</i> Uap Kering <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> .....	65
Tabel 4.11. Perubahan antara Nilai Propertis Uap Kering <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> .....	66
Tabel 4.12. Kenaikan Temperatur.....	74
Tabel 4.13. Kenaikan Tekanan.....	77
Tabel 4.14. Produksi Uap pada <i>Boiler</i> .....	80

Tabel 4.15. Konsumsi Bahan Bakar Gas LPG.....	81
Tabel 4.16. Tanggapan atas Saran Ahli Media .....	85
Tabel 4.17. Tanggapan atas Saran Ahli Materi.....	88



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Uap Kering .....	97
Lampiran 2. Tabel Uap Jenuh .....	99
Lampiran 3. Desain Alat Uji Venturi .....	100
Lampiran 4. Data Kuesioner Mahasiswa Rombel 1 .....	102
Lampiran 5. Data Kuesioner Mahasiswa Rombel 2 .....	104
Lampiran 6. Dokumentasi Validasi Alat Uji .....	106
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian .....	107
Lampiran 8. Berita Acara Validasi Media 1 .....	108
Lampiran 9. Berita Acara Validasi Media 2 .....	109
Lampiran 10. Berita Acara Validasi Materi 1 .....	110
Lampiran 11. Berita Acara Validasi Materi 2 .....	111
Lampiran 12. Berita Acara Penelitian Tanggapan Mahasiswa .....	112
Lampiran 13. Surat Keputusan Pembimbing .....	113
Lampiran 14. Surat Tugas Panitia Ujian Skripsi .....	114
Lampiran 15. Surat Izin Penelitian .....	115
Lampiran 16. Buku Manual Alat Uji Perubahan Propertis Ua .....	116

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Bumi merupakan tempat tinggal yang telah disediakan oleh Tuhan untuk umat manusia, dalam perjalanan kehidupan ini manusia mengelompok dan membentuk suatu sistem yang disebut negara. Berdasarkan keterangan dalam Amazine (n.d) Badan Perserikatan Bangsa Bangsa telah menyebutkan bahwa jumlah negara yang ada di bumi adalah 193 negara, angka ini merupakan negara yang berada pada kategori diakui. Negara-negara ini dapat dikelompokkan menjadi negara maju, berkembang dan terbelakang. Pada tahun 2015, Indonesia masih tercatat sebagai negara berkembang. Salah satu aspek yang sangat menentukan maju atau tidaknya suatu negara adalah aspek pendidikan. Pendidikan menjadi modal dan tonggak untuk mengantarkan negara menuju kemajuan dan kesejahteraan. Faktanya pendidikan di Indonesia masih menuai berbagai permasalahan. Menurut Setiawan (2012), Prof. Dr. Kacung Marijan selaku staf ahli kementerian pendidikan dan budaya telah mengatakan bahwa negara Indonesia mengalami berbagai masalah pendidikan mulai dari angka putus sekolah yang cukup tinggi, kualitas mutu guru sebagai pendidik yang tergolong rendah, kurikulum yang belum standar dan belum terpenuhinya kualitas infrastruktur pendidikan. Masalah pendidikan yang begitu kompleks ini menuntut adanya pembenahan dari pemerintah, jika kategori negara maju menjadi impian yang ingin dicapai oleh negara ini. Tujuan pendidikan nasional telah tercantum dalam



UU RI No. 20 Tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional bab dua pasal tiga yang berbunyi sebagai berikut:

Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradapan bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Inti dari UU tersebut adalah pendidikan nasional mempunyai fungsi untuk mencerdaskan kehidupan bangsa dengan tujuan mengembangkan potensi peserta didik dalam segala aspek dan tetap memegang teguh nilai-nilai ketuhanan. Berdasarkan UU tersebut maka pendidikan nasional masih kurang maksimal dalam menjalankan fungsinya, terbukti masalah-masalah pendidikan yang terjadi di Indonesia masih sangat banyak dan kompleks.

Kualitas pendidikan di suatu negara dapat ditinjau melalui prestasi peserta didik, baik itu dalam lingkup sekolah, ataupun kompetisi yang berlangsung sampai tingkat internasional. Pemerintah telah melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan, seperti perbaikan kurikulum, program mengajar di daerah terbelakang, beasiswa dan berbagai upaya lainnya. Menurut Musfiqon (2012: 8) prestasi belajar dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor dari dalam diri siswa yang selanjutnya disebut faktor internal dan faktor dari luar siswa atau faktor eksternal. Faktor internal berkaitan dengan kemampuan siswa, sehingga sulit untuk diupayakan oleh pendidik, sedangkan faktor eksternal yang berkaitan dengan lingkungan masih bisa diupayakan oleh pendidik secara maksimal. Faktor eksternal yang paling berperan adalah kualitas pengajaran.

Media pembelajaran merupakan salah satu faktor eksternal yang turut berpengaruh terhadap prestasi belajar siswa. Menurut Musfiqon (2012: 28) media pembelajaran adalah alat bantu yang digunakan untuk menyampaikan pesan dari pendidik kepada siswa yang mengandung unsur-unsur pengajaran tentang suatu materi tertentu baik berupa fisik ataupun nonfisik. Media pembelajaran memiliki peran penting dalam proses pembelajaran, Hamalik dalam Arsyad (2013: 19) menjelaskan bahwa penggunaan media pembelajaran dapat membangkitkan rasa keingintahuan dan minat yang baru pada diri siswa, selain itu motivasi siswa dalam belajar akan terbangkit dan memunculkan rangsangan belajar serta dapat mempengaruhi psikologi siswa. Mengingat arti pentingnya media pembelajaran, maka banyak lembaga pendidikan yang telah menggunakan media pembelajaran sebagai sarana dalam pembelajaran, namun demikian tidak jarang didapati banyak guru yang tidak memaksimalkan fungsi media pembelajaran, bahkan tidak menggunakannya. Beberapa masalah yang ditemui karena minimnya penggunaan media pembelajaran diantaranya adalah 1) kurangnya sarana pembelajaran dari lembaga pendidikan, 2) kurangnya kreatifitas guru dalam memodifikasi media pembelajaran, 3) kurangnya keterampilan guru dalam menggunakan media pembelajaran, 4) media pembelajaran dianggap merepotkan karena memerlukan persiapan lebih, 5) beberapa media pembelajaran membutuhkan biaya yang cukup besar, 6) kebiasaan guru memberikan pengajaran dengan metode ceramah.

Penggunaan media pembelajaran sangat luas diberbagai bidang ilmu. Dalam ranah ilmu terapan, seperti teknologi maka media pembelajaran mempunyai andil yang cukup besar. Kajian ilmu terapan tidak hanya menuntut pemahaman siswa secara teoritis, namun juga menuntut penguasaan keterampilan

yang ditinjau secara praktis. Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang adalah salah satu dari berbagai jurusan yang mengembangkan ilmu terapan. Sesuai dengan visi jurusan yaitu “menjadi jurusan yang unggul dalam bidang kependidikan dan non-kependidikan teknik mesin ...”(Jurusan Teknik Mesin Unnes, 2014), maka untuk menunjang visi tersebut, sarana dan prasarana dalam pembelajaran di dalam kelas maupun di laboratorium harus terpenuhi untuk semua mata perkuliahan, termasuk salah satunya adalah mata kuliah Termodinamika. Giancoli (2001: 518) berpendapat bahwa Termodinamika adalah proses dimana energi ditransfer sebagai kalor dan sebagai kerja. Termodinamika sangat berkaitan erat dengan hal temperatur, tekanan dan volume, karena pengaruh ketiganya akan mengubah sifat atau propertis zat. Salah satu pokok bahasan dalam Termodinamika adalah uap air. Uap secara komersial telah banyak digunakan sebagai alternatif energi mekanik, sementara itu penggunaan uap dalam berbagai mesin harus memperhatikan sifat dari uap tersebut.

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan dengan mengumpulkan data menggunakan angket yang diajukan kepada sepuluh mahasiswa teknik mesin angkatan tahun 2011, maka diperoleh kesimpulan bahwa wawasan yang diperoleh mahasiswa dalam mata kuliah Termodinamika pada pokok bahasan uap sangat kurang. Hal ini ditunjukkan dengan hasil perolehan studi pendahuluan hanya mencapai skor 39,75%, rentang persentase untuk kriteria “sangat kurang” berada diantara 20% sampai dengan 40%. Selain itu, dari data angket juga diketahui bahwa tidak terdapat media pembelajaran yang digunakan saat pembelajaran. Berdasarkan uraian di atas tentang pentingnya media pembelajaran pada mata kuliah Termodinamika, maka dibuatlah skripsi yang

berjudul “ALAT UJI PERUBAHAN PROPERTIS UAP KERING MELALUI VENTURI SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TERMODINAMIKA”.

### **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka ditemukan beberapa masalah yang mendasari penelitian dan pembuatan alat uji, yaitu :

1. Pemahaman mahasiswa terkait Termodinamika yang terbilang masih minim
2. Kurangnya pembahasan materi uap dalam perkuliahan Termodinamika
3. Adanya kendala dalam proses pembelajaran karena belum tersedianya media pembelajaran uap di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang

### **C. Pembatasan Masalah**

Dalam penelitian ini masalah dibatasi pada :

1. Penelitian ini berfokus pada tingkat kelayakan alat uji perubahan propertis uap kering sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Termodinamika Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
2. Media penghalang yang digunakan untuk mengetahui perubahan tekanan dan temperatur uap kering dalam penelitian ini adalah venturi dengan dimensi yang telah ditentukan sesuai dengan gambar yang terlampir.
3. Venturi hanya digunakan sebagai media penghalang untuk mengetahui perubahan uap kering, bukan menjadi fokus penelitian.

### **D. Rumusan Masalah**

1. Bagaimanakah perbedaan propertis uap kering sebelum dan setelah melalui venturi ?

2. Bagaimanakah tingkat kelayakkan alat uji perubahan propertis uap kering melalui venturi sebagai media pembelajaran mata kuliah Termodinamika menurut penilaian ahli media dan ahli materi?
3. Seberapa tinggikah tingkat kelayakkan media pembelajaran setelah diimplementasikan dalam perkuliahan Termodinamika melalui tanggapan mahasiswa?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbedaan nilai propertis uap kering sebelum dan setelah melalui venturi.
2. Mengetahui tingkat kelayakkan alat uji perubahan propertis uap kering melalui venturi sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Termodinamika berdasarkan penilaian ahli media dan ahli materi.
3. Mengukur tingkat kelayakkan media pembelajaran setelah diimplementasikan dalam pembelajaran Termodinamika melalui tanggapan mahasiswa.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Universitas

Produk bahan penelitian berupa alat uji perubahan propertis uap yang melewati venturi diharapkan diterima sebagai sumbangsih terhadap jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Termodinamika.

b. Akademisi

Alat uji diharapkan dapat menjadi sarana untuk melakukan penelitian lebih lanjut berkaitan dengan uap bagi civitas akademika Universitas Negeri Semarang yang membutuhkan.

c. Penulis

Memberikan tambahan wawasan dan keilmuan dalam bidang Termodinamika khususnya pada pembahasan uap serta memberikan pengalaman dalam perancangan dan pembuatan sebuah *fire tube vertical steam boiler* dengan pipa api.



## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

Kajian teori yang disertakan dalam skripsi ini memuat berbagai bahasan seputar media pembelajaran, Termodinamika, propertis uap dan alat uji berupa venturi.

##### **1. Media Pembelajaran**

Menurut Arsyad (2013: 3) *medius* merupakan akar kata dari media yang berasal dari bahasa latin, ditinjau secara harfiah *medius* berarti tengah, perantara, atau pengantar dan dalam bahasa Arab media memiliki makna perantara. Media bisa diartikan sebagai perangkat alat bantu yang digunakan untuk menyampaikan informasi dari sumber informasi kepada penerima yang dengan adanya media ini akan lebih mengefektifkan penyampaian informasi tersebut.

Pembelajaran adalah proses interaksi yang melibatkan pengajar dan pembelajaran guna mengkaji, menambah pengetahuan dan membentuk pola pikir terhadap materi yang menjadi objek pembahasan.

Arsyad (2013: 4) berpendapat bahwa suatu media dianggap sebagai media pembelajaran, apabila media itu membawa pesan-pesan atau informasi yang bertujuan instruksional atau mengandung maksud pengajaran. Gagne' dan Briggs (1975) dalam Arsyad (2013: 4) mengemukakan secara implisit bahwa media pembelajaran meliputi alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan

isi materi pelajaran. Berdasarkan uraian-uraian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah berbagai bentuk perantara yang digunakan sebagai alat bantu untuk menyampaikan suatu materi yang menjadi objek pembahasan dalam lingkup interaksi belajar mengajar yang dilakukan oleh pengajar dengan pembelajar dengan tujuan untuk mendapatkan keefektifan yang lebih baik dalam proses tersebut.

## **2. Manfaat Media Pembelajaran**

Menurut Arsyad (2013: 29) dalam suatu proses pembelajaran media pembelajaran mempunyai beberapa manfaat praktis, yaitu :

- a. Media pembelajaran dapat memperlancar proses pembelajaran dan meningkatkan prestasi siswa, karena media pembelajaran mampu memberikan penjelasan yang lebih kongkrit atas materi pembelajaran yang disampaikan
- b. Media pembelajaran mampu meningkatkan daya tarik dan rasa keingintahuan siswa, sehingga minat dan motivasi belajar siswa akan semakin meningkat pula
- c. Media pembelajaran dapat mengatasi hambatan terbatasnya indera manusia, ruang dan waktu dalam menjelaskan materi pembelajaran yang tergolong sulit dan tidak memungkinkan untuk dipaparkan dengan adanya keterbatasan tersebut
- d. Media pembelajaran memungkinkan terjadinya interaksi langsung antara siswa dengan guru, masyarakat atau lingkungan yang akan menanamkan pengalaman yang cukup berarti bagi proses belajar siswa



### 3. Syarat-syarat Media Pembelajaran

Menurut Arsyad (2013: 74-76) konsep dasar bahwa media merupakan bagian dari sistem instruksional menjadi syarat ataupun kriteria yang harus dipenuhi dalam pemilihan media pembelajaran. Syarat-syarat ini diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Media pembelajaran harus relevan dengan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai.
- b. Media pembelajaran harus selaras dengan kebutuhan dan mental peserta didik, agar pembelajaran yang berlangsung menjadi efektif.
- c. Media Pembelajaran harus bersifat praktis, luwes dan dapat bertahan lama. Media sebaiknya dapat digunakan dimanapun, kapanpun dan mudah untuk dipindahkan.
- d. Media seyogyanya mudah untuk digunakan dan guru sebagai pengguna harus terampil dalam menggunakan media tersebut, agar maksud dan tujuan pembelajaran dapat terlaksana dan tersampaikan.
- e. Media pembelajaran yang digunakan harus disesuaikan dengan skala kelompok yang menjadi sasaran.
- f. Mutu teknis dari media pembelajaran harus memenuhi persyaratan tertentu, sehingga media pembelajaran dapat dikatakan valid.

### 4. Macam-macam Media Pembelajaran

Media pembelajaran mempunyai banyak jenis, hal ini didasarkan bahwa penggunaan media pembelajaran harus disesuaikan dengan materi pembelajaran

yang akan disampaikan kepada siswa, menurut Arsyad (2013: 31) secara garis besar media pembelajaran dapat dikelompokkan menjadi empat yaitu:

- a. Media hasil teknologi cetak adalah media pembelajaran yang dihasilkan melalui proses pencetakan mekanis atau fotografis, beberapa media pembelajaran yang termasuk dalam hasil teknologi cetak adalah teks, grafik, dan foto.
- b. Media hasil teknologi audio visual merupakan media pembelajaran yang digunakan untuk menyampaikan materi dengan piranti perangkat keras, seperti proyektor film, *tape recorder*, dan proyektor visual, sehingga materi diserap oleh siswa melalui indera pengelihatan dan indera pendengaran.
- c. Media hasil teknologi komputer adalah media pembelajaran yang cara penyampaian materi belajarnya berasal dari sumber-sumber yang berbasis mikroprosesor. Materi-materi belajar disimpan secara digital bukan dalam bentuk cetak ataupun visual.
- d. Media hasil teknologi cetak dan komputer adalah media yang disampaikan dengan menggunakan perpaduan beberapa media yang dikendalikan secara terpusat oleh komputer.

## 5. Termodinamika

“Kata ‘Termodinamika’ berasal dari bahasa Yunani *therme* (kalor) dan *dynamis* (gaya)” (Moran dan Shapiro, 2004: 1). Termodinamika merupakan ilmu sains bagian dari fisika yang berkembang dengan dasar pemikiran pergerakan suatu daya yang bersumber dari kalor, atau dengan kata lain diartikan sebagai suatu panas yang dapat diubah menjadi kerja.

“Termodinamika adalah salah satu bidang terpenting dalam ilmu pengetahuan kerakyasaan” (Reynolds dan Perkins, 1983: 1). Berbagai sistem membutuhkan peran Termodinamika sebagai fungsi analisis dengan menggunakan hukum-hukum dan prinsip yang dikembangkan dalam Termodinamika. Termodinamika sangat fungsional bagi para *engineer* dalam perancangan motor bakar, motor roket, sumber pembangkit tenaga listrik, *air conditioner*, turbin, pesawat, kapal, pompa, dan berbagai sistem lain yang membutuhkan analisis mendalam.

Termodinamika menitikfokuskan pada kajian energi, gagasan yang mengungkapkan bahwa energi kekal merupakan pokok bahasan hukum Termodinamika pertama. Giancoli (2001: 519), mengemukakan bahwa energi dalam,  $\Delta U$ , pada sistem yang tertutup, akan sama dengan kalor yang ditambahkan ke sistem dikurangi kerja yang dilakukan oleh sistem, dan dirumuskan dalam persamaan

$$\Delta U = Q - W \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana Q adalah kalor total yang ditambahkan ke dalam sistem dan W adalah kerja yang dilakukan oleh sistem. Pada kondisi lain sangat dimungkinkan bahwa kerja tidak dilakukan oleh sistem, melainkan kerja dilakukan pada sistem, pada kondisi tersebut kerja W akan bertanda negatif sehingga persamaan akan menjadi

$$\Delta U = Q - (-W) \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\Delta U = Q + W \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Oleh karena itu konsistensi penggunaan tanda pada persamaan sangat ditekankan agar persamaan turunan menjadi sinkron dengan persamaan dasar.

Hukum Termodinamika kedua merupakan rumusan yang melengkapi hukum pertama yang diketahui mempunyai kelemahan dalam arah proses. Sebuah benda yang memiliki kedudukan tertentu akan menyimpan energi potensial dengan nilai tertentu pula. Ketika benda itu jatuh maka energi potensial benda berubah menjadi energi kinetik seiring dengan kelajuan yang dialaminya. Pada saat benda sampai pada tanah, maka energi kinetik pada benda diubah menjadi energi dalam benda dan tanah sekitar, sehingga kenaikan temperatur terjadi pada benda dan tanah karena energi kinetik pada molekul-molekulnya bertambah, namun tidak pernah didapati bahwa benda yang didinginkan pada permukaan tanah akan meloncat dengan sendirinya. Hukum kekekalan energi pada kasus di atas dapat diterima, namun untuk mengembalikan proses secara spontan sangatlah tidak mungkin. Reynolds dan Perkins (1983: 141) menyimpulkan bahwa hukum Termodinamika pertama tidak peka terhadap arah proses. Giancoli (2001: 527) menyebutkan sebuah rumusan hukum Termodinamika kedua yang dinyatakan oleh R. J. E Clausius (1822-1888) untuk memperjelas terjadinya proses pada sebuah sistem, bahwa kalor mengalir secara alami dari benda yang panas ke benda yang dingin, kalor tidak akan mengalir secara spontan dari benda dingin ke benda panas, dapat diartikan bahwa suatu perlakuan paksa harus diberikan untuk mengalirkan kalor dari benda dingin ke benda panas.

Hukum Termodinamika kedua memusatkan proses perpindahan energi, analisis arah proses dan kinerja maksimum yang diperoleh dari sejumlah kalor yang diterima dari sumber panas. Analisis yang dilakukan diperhitungkan dengan

bantuan salah satu sifat Termodinamika yaitu entropi yang terproduksi selama proses berlangsung. “Entropi adalah sifat zat yang mengukur derajat keacakan atau ketidakteraturan pada tingkat Mikroskopik” (Reynolds dan Perkins, 1983: 141). Kondisi setiap molekul dalam suatu zat dengan energi kinetik yang menyertainya tentu tidak bisa diketahui, sehingga tidak diketahui pula titik-titik tangkap yang efektif untuk memanfaatkannya menjadi kerja. Hal ini semakin diperkuat dengan pernyataan Reynolds dan Perkins (1983: 142) bahwa semakin tinggi nilai entropi, maka kemampuan untuk mendayagunakan sejumlah energi tertentu menjadi kerja akan semakin rendah.

## 6. Propertis (Sifat)

Sistem-sistem yang dikembangkan dalam ilmu Termodinamika terdiri dari banyak materi yang memiliki karakteristik. Analisis yang dilakukan pada sebuah sistem memerlukan pemahaman terhadap pengetahuan tentang sifat dari materi-materi yang terkandung dalam sistem tersebut, sehingga pengetahuan seputar sifat atau propertis merupakan suatu keharusan dimiliki bagi setiap orang yang berkecimpung dalam ranah Termodinamika.

“Sifat (*property*) adalah sembarang karakteristik atau atribut yang dapat ditentukan secara kuantitatif” (Reynolds dan Perkins, 1983: 55). “Sifat merupakan karakteristik makroskopik sistem, dimana nilai numeriknya dapat diberikan pada suatu waktu tertentu tanpa mengetahui sejarah sistem itu sendiri” (Moran dan Shapiro, 2004: 6). Sifat dapat disimpulkan sebagai karakteristik makroskopik yang menjadi ciri-ciri suatu sistem dimana nilai numeriknya dapat ditentukan pada setiap keadaan yang berbeda tanpa memperhitungkan bagaimana nilai itu

dapat diperoleh. Perubahan sifat yang terjadi pada suatu zat menjadi indikasi telah terjadinya perpindahan energi baik itu berupa kerja maupun panas, selain itu proses terjadinya perubahan sifat akan menentukan besarnya perubahan energi yang terjadi. Tekanan, volume, massa, temperatur, energi dan sebagainya merupakan sifat suatu zat yang dapat ditentukan nilainya secara kuantitatif.

Sifat digolongkan menjadi dua bagian yaitu sifat ekstensif dan sifat intensif. Moran dan Shapiro (2004: 6-7) mengemukakan bahwa sifat ekstensif (*extensive property*) adalah sifat sistem yang nilai dari keseluruhan sistem tersebut didapatkan dengan melakukan penjumlahan dari seluruh bagian yang menyusun sistem tersebut, sedangkan nilai sifat intensif (*intensive property*) tidak bisa didapatkan dengan menjumlah nilai per-bagian penyusun sistem, karena nilai setiap bagian bisa berbeda pada waktu yang berbeda dan nilai intensif tidak dipengaruhi oleh ukuran sistem. Dapat diambil kesimpulan bahwa sifat ekstensif materi tidak bergantung pada jumlah massanya, sedangkan sifat intensif bergantung atau berbanding lurus dengan massa sistem.

## 7. Temperatur

“Dalam kehidupan sehari-hari temperatur merupakan besaran yang dapat diartikan sebagai ‘ukuran mengenai panas atau dinginnya benda’” (Giancoli, 2001: 449). Temperatur mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap sifat dari suatu zat. Sifat dari suatu zat akan berubah seiring dengan terjadinya perubahan temperatur pada suatu zat tersebut baik kenaikan ataupun penurunan nilai temperatur. Pemuain merupakan salah satu bentuk perubahan sifat yang terjadi pada zat ketika suatu zat dinaikkan temperaturnya melalui pemanasan,

sebaliknya zat akan menyusut apabila temperatur zat diturunkan melalui proses pendinginan. Penerapan prinsip pemuaian ini sering didapati pada kehidupan sehari-hari. Dalam pembuatan rel kereta api, seorang insinyur akan mempertimbangkan titik persambungan rel dengan memberikan ruang kosong sebagai ruang pemuaian rel kereta yang terbuat dari besi. Temperatur yang tinggi akan membuat kawat pada bolam lampu berpijar sehingga dapat digunakan sebagai penerangan. Temperatur yang rendah akan merubah permukaan danau di kutub utara menjadi es yang dapat dipijak, dan masih banyak lagi perubahan sifat yang diakibatkan oleh perubahan temperatur.

Temperatur adalah salah satu sifat sistem yang sangat fundamental dalam kajian Termodinamika. Reynolds dan Perkins (1983: 62) mengemukakan bahwa temperatur diasumsikan sebagai penunjuk arah perpindahan energi sebagai panas, sebagaimana diketahui bahwa perpindahan energi sebagai panas cenderung bermula dari daerah bertemperatur tinggi menuju daerah bertemperatur rendah. Hal ini terjadi karena molekul pada daerah bertemperatur tinggi lebih aktif daripada daerah bertemperatur rendah.

Perpindahan energi sebagai panas yang terjadi pada dua buah sistem akan berlangsung sampai kesetimbangan termal dicapai oleh kedua buah sistem tersebut. “Dua benda didefinisikan berada dalam kesetimbangan termal jika, ketika diletakkan dalam kontak termal, tidak ada energi yang mengalir dari satu ke yang lain dan temperatur mereka tidak berubah” (Giancoli, 2001: 453). Kesetimbangan termal mensyaratkan kesamaan temperatur pada dua sistem dan hal ini didapatkan ketika kedua sistem tersebut berada pada kontak langsung.

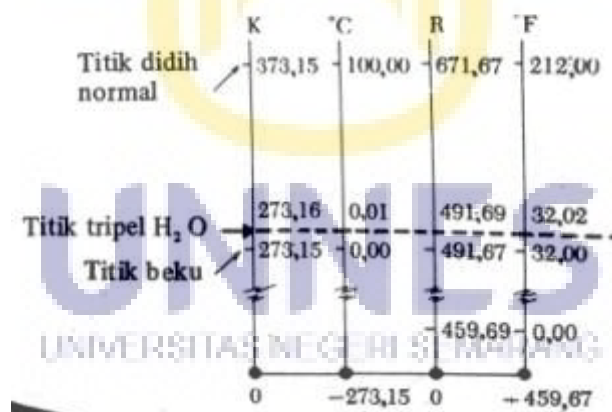
Keseimbangan termal dapat pula dicapai walau kedua sistem tidak mengalami kontak langsung, selama masih terdapat sistem ketiga yang menjadi mediasi antara sistem pertama dan kedua. Pada kondisi ini ketiga sistem dapat dikatakan berada pada keseimbangan termal, hal ini diindikasikan oleh nilai temperatur yang sama pada ketiga sistem tersebut. Konsep keseimbangan termal dengan perantara sistem ketiga ini adalah dasar dari hukum Termodinamika ke-nol yang berbunyi “bahwa jika kedua sistem berada pada keseimbangan termal dengan sistem ketiga, maka mereka berada dalam keseimbangan termal satu sama lain” (Giancoli, 2001: 453).

Piranti yang digunakan untuk mengukur besaran temperatur disebut termometer. Berbagai jenis temperatur saat ini telah banyak dikembangkan, mulai dari gas, logam cair, logam padat, sampai termometer yang dikontrol secara elektrik, namun pada dasarnya prinsip kerja dari temperatur ini adalah sama, yaitu dengan memanfaatkan pemuaian zat yang digunakan pada alat ukur tersebut. Termometer yang memanfaatkan air raksa sebagai media pengukur akan menunjukkan nilai temperatur seiring dengan pemuaian yang terjadi pada air raksa tersebut yang telah dimasukkan kedalam tabung kaca berskala. Pemanfaatan logam padat sebagai termometer dapat pula dilakukan dengan membuatnya menjadi bimetal. Karakteristik yang berbeda dari dua logam yang dipakai sebagai bimetal akan membuat bimetal melengkung saat memuai karena panas. Dengan mekanisme tertentu maka kelengkungan bimetal ini digunakan untuk menunjukkan temperatur objek ukur. Kenyataan bahwa sifat pemuaian yang berbeda berlaku pada setiap zat menjadi kendala dalam proses kalibrasi termometer, “ zat yang



berbeda tidak memuai dengan cara yang sama untuk jangkauan temperatur yang besar” (Giancoli, 2001: 452). Alasan inilah yang melatarbelakangi penetapan standar sebuah termometer. Termometer standar yang telah disepakati adalah termometer gas volume konstan.

Terdapat beberapa skala yang digunakan untuk mengukur besaran temperatur, skala mutlak dalam pengukuran temperatur adalah Kelvin. Nilai 273,15 K setara dengan 0° C. *Celsius* sendiri adalah skala yang sering digunakan secara komersial pada berbagai macam termometer diberbagai negara, sedang Amerika lebih sering menetapkan nilai temperatur dengan skala *Fahrenheit* yang mempunyai skala 32° sampai dengan 212° F, sedang nilai 32° F setara dengan 491,67 R (*Rankine*). Gambar 2.1 di bawah ini menunjukkan hubungan keempat skala temperatur yang telah dibahas.



Gambar 2.1 Skala Temperatur  
Sumber : (Reynolds dan Perkins, 1983: 64)

## 8. Tekanan

Tekanan adalah konsep yang menyatakan besarnya gaya persatuan luas, dimana gaya yang bekerja mempunyai arah yang tegak lurus terhadap permukaan. Cengel dan Boles (2002: 28) mengemukakan bahwa tekanan didefinisikan sebagai

gaya normal yang didesak oleh fluida persatuan luas, pembahasan tekanan hanya berada pada ruang lingkup fluida saja. Pada tingkat mikroskopik “tekanan timbul oleh milyaran tabrakan diantara berbagai molekul fluida atau dinding padat tersebut setiap sekon” (Reynolds dan Perkins, 1983: 59). Berdasarkan definisi dari tekanan di atas maka terdapat komponen Gaya ( $F$ ) dan luas ( $A$ ) yang selanjutnya dapat diformulasikan dalam persamaan :

$$P = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

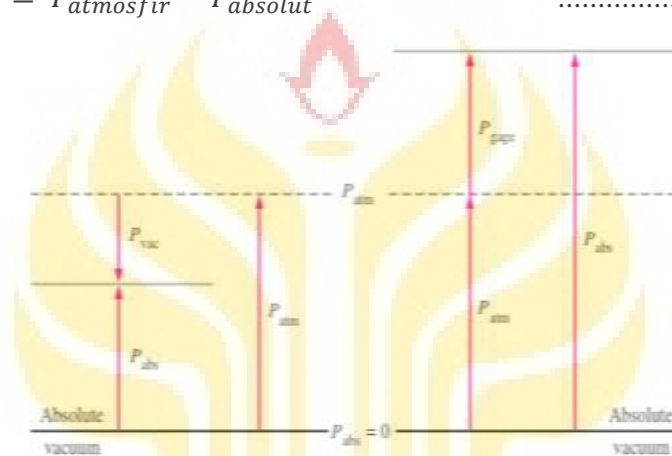
dimana gaya memiliki satuan Newton (N) dan luasan permukaan memiliki satuan meter persegi ( $m^2$ ), dengan demikian satuan dari tekanan adalah  $N/m^2$ . Dalam pembahasan lebih lanjut satuan tekanan sering dikenal dengan Pascal (Pa). Hal ini dimaksudkan untuk menghormati seorang ilmuwan Prancis Blaise Pascal yang telah menemukan prinsip-prinsip tekanan fluida. Satuan Pascal akan mempunyai nilai sama ketika dikonversikan kedalam satuan  $N/m^2$ , dengan kata lain  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ . Satuan Tekanan yang sering ditemui dalam keseharian selain Pascal dan  $N/m^2$  adalah atmosfer, bar, dan  $kg/cm^2$ .

Dalam lingkup pembahasan gas akan ditemui beberapa istilah tekanan yang memiliki arti berbeda. Tekanan absolut, tekanan ukur dan tekanan vakum merupakan rumpun tekanan yang memiliki keterikatan satu sama lain. Harus dipahami secara seksama perbedaan masing-masing tekanan ini karena terkait dengan *quantity*. Tekanan absolut adalah tekanan aktual yang terukur pada posisi tertentu dan diukur terhadap tekanan vakum, yaitu tekanan nol mutlak. Tekanan ukur adalah tekanan yang pengukurannya beracuan terhadap tekanan udara luar atau yang sering disebut dengan tekanan atmosfer. Tekanan ukur sering

dicantumkan pada alat-alat sebagai identifikasi karakteristik alat tersebut. Tekanan vakum adalah tekanan yang nilainya dibawah tekanan atmosfer dan tekanan absolut. Hubungan ketiga tekanan ini dapat diformulasikan dalam persamaan sebagai berikut :

$$P_{gage} = P_{absolut} - P_{atmosfir} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$P_{vakum} = P_{atmosfir} - P_{absolut} \dots\dots\dots (2.6)$$



Gambar 2.2 Tekanan Absolut, Ukur dan Vakum  
Sumber : (Cengel dan Boles, 2002: 30)

Gambar 2.2 memperlihatkan hubungan antara tekanan absolut, tekanan ukur dan tekanan vakum secara lebih jelas.

Tekanan yang terjadi dalam fluida akan meningkat sesuai dengan kedalaman fluida tersebut. Peningkatan tekanan ini diakibatkan oleh faktor berat fluida. Fluida yang berada pada bagian bawah akan mengalami pembebanan dari fluida yang berada di atas, sehingga tekanan yang lebih tinggi akan tercipta pada bagian bawah fluida. Suatu pendekatan kuantitatif dapat dilakukan untuk membuktikan bahwa tekanan fluida akan berubah terhadap titik pantauan kedalaman fluida tersebut. Massa jenis dalam eksperimen ini dianggap mempunyai nilai konstan, dengan menempatkan sebuah benda dalam fluida

dengan kedalaman  $h$ , maka sesuai dengan pernyataan di atas bahwa tekanan yang terjadi pada benda adalah sebagai akibat dari berat fluida yang berada di atasnya dengan kedalaman  $h$  yang terukur dari permukaan fluida. Gaya,  $F$ , yang bekerja pada luas permukaan benda dapat dihitung dengan rumus

$$F = m \cdot g \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

$$F = \rho \cdot A \cdot h \cdot g \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana  $\rho$  adalah massa jenis fluida,  $Ah$  merupakan volume kolom fluida di atas benda dan  $g$  adalah percepatan gravitasi. Dengan demikian tekanan yang terjadi pada benda pada kedalaman  $h$  adalah

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A} \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

Penetapan awal bahwa  $\rho$  adalah konstan berdampak bahwa nilai  $P$  berbanding lurus dengan  $h$ , sehingga semakin tinggi nilai  $h$  (semakin dalam) maka akan didapatkan nilai tekanan yang semakin besar pula.

## 9. Internal Energy

Hukum pertama Termodinamika menyatakan bahwa energi kekal, hukum ini berbunyi “bahwa untuk setiap sistem tertutup yang membentuk satu siklus, jumlah netto kerja yang diberikan ke sekeliling sistem adalah sebanding dengan jumlah netto kalor yang diambil dari sekeliling oleh sistem” (Kulshrestha, 1989: 13). Peristiwa berhentinya *flywheel* yang berada di alam sebuah ruang terisolasi setelah berputar dalam periode waktu tertentu adalah salah satu contoh aktualisasi hukum kekekalan energi tersebut. Energi kinetik yang dimiliki oleh *flywheel* berubah dalam bentuk lain yaitu menjadi panas, peningkatan temperatur udara

yang terisolasi menjadi indikator terjadinya proses perubahan tersebut. Energi tidak mengalami kemusnahan atau hilang, melainkan energi berubah bentuk menjadi energi dalam. Reynolds dan Perkins (1983: 29) menyatakan bahwa energi dalam adalah energi yang berkaitan dengan gerakan-gerakan dan gaya mikroskopik suatu zat. Bentuk-bentuk energi mikroskopik dari partikel dapat berupa translasi molekular, rotasi molekular, fibrasi molekular, translasi elektron, spin elektron, ikatan molekular, ikatan coloumb dan sebagainya. “Suatu zat selalu memiliki energi internal, jika terdapat aktifitas molekular, maka terdapat energi internal” (Potter dan Somerton, 2011: 11). Analisis kontinum memberikan sebuah persamaan dalam perhitungan jumlah energi sebuah zat, yaitu dengan cara mengintegrasikan energi setiap bagian zat tersebut. Energi kinetik zat dengan masa ( $m$ ) dihitung dengan persamaan  $EK = mV^2/2g_c$ . Sementara itu energi potensial zat pada ketinggian tertentu dirumuskan  $EP = mgh$ . Perhitungan kedua energi tersebut menggunakan propertis yang makroskopik, sedangkan perhitungan energi secara mikroskopik sama sekali belum diperhitungkan, sehingga dalam persamaan perhitungan energi harus ditambahkan energi internal sebagai energi yang tersembunyi, maka persamaan energi dalam analisis kontinum menjadi,

$$E = EK + EP + U \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan  $U$  adalah notasi yang mewakili energi internal.

### 10. *Enthalpy*

Potter dan Somerton (2011: 57) menjelaskan bahwa entalpi didefinisikan melalui tekanan yang dijaga konstan, nilai selisih entalpi pada dua keadaan yang berbeda menunjukkan nilai perpindahan kalor. Entalpi memiliki notasi  $H$  dan

dalam Termodinamika dirumuskan sebagai penjumlahan energi dalam ( $U$ ) dengan perkalian tekanan ( $P$ ) dan volume ( $V$ ).

$$H = U + PV \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

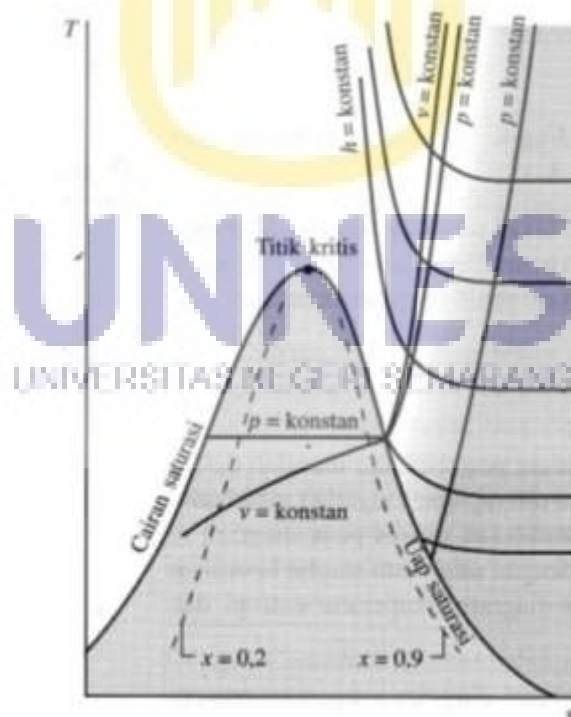
Perkalian tekanan dan volume menghasilkan satuan energi, dengan demikian entalpi memiliki satuan energi pula yaitu kJ/Kg. Entalpi merupakan sifat zat, hal ini ditunjukkan dari persamaan, bahwa energi dalam, tekanan dan volume merupakan sifat zat, sehingga entalpi adalah sifat zat.

### 11. Entropy

Keadaan mikroskopik suatu sistem yang kasat mata adalah kenyataan yang menjadi kendala dalam pemanfaatan energi secara maksimal. Manusia belum mempunyai kemampuan untuk menentukan secara tepat posisi dan kecepatan setiap molekul gas, sehingga tidak seluruh energi molekular dapat dikonversikan menjadi energi, hal ini didasarkan bahwa hanya molekul yang terorganisir yang dapat didayagunakan. Tingkat ketidakteraturan suatu molekul dikenal dengan istilah Entropi. “Entropi adalah sifat zat yang mengukur derajat keacakan atau ketidakteraturan pada tingkat mikroskopik”(Reynolds dan Perkins, 1983: 141). Hukum Termodinamika kedua dalam konsep entropi menyatakan bahwa entropi dapat diproduksi, tetapi entropi tidak dapat dibinasakan. Peningkatan entropi dalam suatu sistem memiliki makna terjadinya penurunan daya guna energi dalam sistem tersebut.

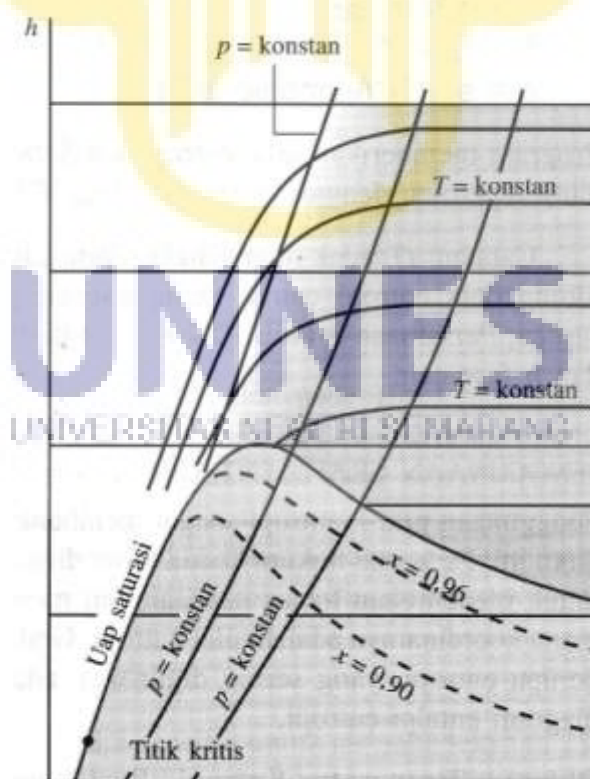
Analisa-analisa suatu zat yang melibatkan nilai entropi zat tersebut dalam Termodinamika dapat ditinjau melalui diagram temperatur-entropi dan diagram entalpi-entropi. Gambar 2.3 di bawah merupakan visualisasi dari diagram

temperatur-entropi, sedangkan gambar 2.4 adalah diagram entalpi-entropi. Sumbu ordinat pada Gambar 2.3 adalah notasi untuk entropi sedangkan sumbu absis adalah notasi temperatur. Garis-garis lain yang terdapat dalam diagram tersebut diantaranya adalah garis entalpi konstan, garis tekanan konstan, volume spesifik konstan, garis kualitas tetap, dan kubah uap. Berdasarkan diagram di bawah nilai entropi akan meningkat seiring dengan menurunnya tekanan uap, hal ini dapat diamati pada daerah diagram yang menunjukkan uap berada dalam kondisi *superheated*. Tekanan uap yang rendah pada kondisi *superheated* mengakibatkan penentuan nilai entalpi hanya dengan menggunakan temperatur, hal ini dapat dilihat bahwa pada daerah berarsir garis entalpi konstan membentuk garis lurus horizontal. “Daerah ini adalah bagian diagram yang paling tepat untuk memperkirakan model gas ideal” (Moran dan Shapiro, 2004: 272).



Gambar 2.3. Diagram Temperatur-Entropi  
Sumber : (Moran dan Shapiro, 2004: 272)

Diagram yang ditunjukkan melalui gambar 2.4 di bawah adalah diagram entalpi-entropi, pada beberapa kesempatan, diagram ini juga disebut sebagai diagram *Mollier*. Diagram ini digunakan untuk mencari nilai dari sifat-sifat zat pada kondisi uap *superheated* dan campuran dua fase, yaitu cair uap. Garis-garis yang terdapat dalam diagram ini adalah garis tekanan konstan, garis temperatur konstan, garis kualitas tetap uap dan kubah uap. Garis-garis tekanan konstan pada diagram di bawah sama halnya pada diagram temperatur-entropi yaitu menurunnya tekanan mengakibatkan entropi zat mengalami kenaikan, seiring dengan hal itu garis temperatur konstan akan membentuk garis lurus horizontal ketika tekanan turun, pada kondisi inilah pemodelan gas ideal dapat diperkirakan, hal ini sesuai dengan pernyataan pada keterangan diagram temperatur-entropi.



Gambar 2.4. Diagram Entalpi-Entropi  
Sumber : (Moran dan Shapiro, 2004: 272)



## 12. Volume Specific

Volume spesifik merupakan salah satu bentuk sifat intensif dari suatu materi atau zat, dan didefinisikan sebagai kebalikan dari massa jenis atau densitas. Volume spesifik dinotasikan dengan lambang  $v$ , sehingga jika dibentuk dalam sebuah persamaan akan menjadi  $v = V/m$  atau  $v = 1/\rho$ .

Berdasarkan persamaan di atas, maka volume spesifik memiliki satuan  $\text{m}^3/\text{kg}$  dalam satuan SI. Menurut Moran dan Shapiro (2004: 14), volume spesifik suatu zat akan memiliki nilai yang berbeda-beda dari satu titik dengan titik yang lain, karena volume spesifik tersebut merupakan sifat intensif.

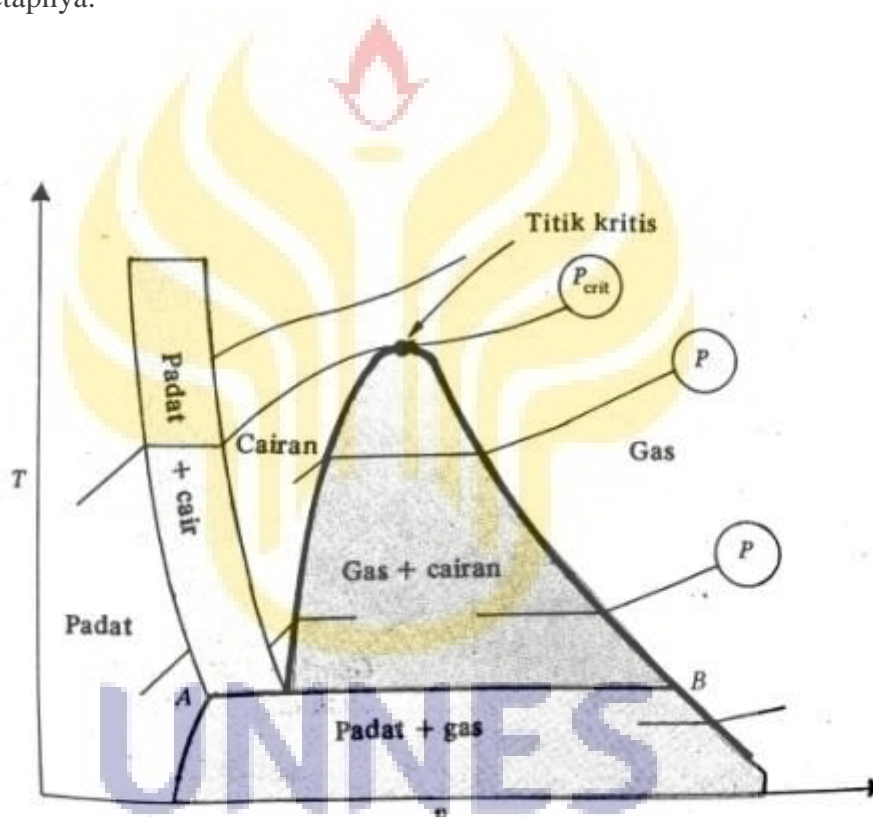
Penerapan lain volume spesifik berimplikasi pada penulisannya tidak pada basis massa, melainkan digunakannya basis molar pada aplikasi-aplikasi tertentu yang lebih tepat daripada menggunakan basis massa.

Kilomol adalah satuan yang digunakan untuk menyatakan jumlah molekul suatu zat. Untuk mendapatkan jumlah kilomol suatu zat diperoleh dengan membagi massa zat tersebut dengan berat molekulnya,  $n = m/M$ . Notasi yang digunakan untuk menyatakan volume spesifik dalam basis molar adalah  $\bar{v}$ , penentuan nilai  $\bar{v}$  diformulasikan sebagai berikut  $\bar{v} = Mv$ .

## 13. Uap Air

“Uap air adalah sejenis fluida yang merupakan fase gas dari air, bila mengalami pemanasan sampai temperatur didih di bawah tekanan tertentu.” (Mu'in, 1988: 109). Uap dan gas tidak bisa diartikan zat yang sama, Giancoli (2001: 473) mendefinisikan uap sebagai zat yang berada di bawah temperatur kritisnya pada keadaan gas, sedangkan gas adalah zat yang berada di atas

temperatur kritisnya. Dapat disimpulkan bahwa uap adalah zat yang berupa fluida yang merupakan fase gas dari zat cair yang dibentuk melalui proses pemanasan sampai titik didihnya, namun masih di bawah temperatur kritisnya. Uap air tidak memiliki warna, dan oleh karena uap air merupakan fluida, maka uap air memiliki kemampuan untuk mengalir menyebar memenuhi ruangan tanpa mempertahankan bentuk tetapnya.



UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Gambar 2.5 Diagram T-v

Sumber : (Reynolds dan Perkins, 1983: 75)

Proses perubahan fase pada suatu zat dapat diamati melalui Gambar 2.5 di atas, gambar tersebut memvisualisasikan hubungan temperatur dan volume spesifik ketika suatu zat dipanaskan pada tekanan konstan. Zat yang berada pada fase cair ketika menerima sejumlah kalor akan menyebabkan peningkatan temperatur yang cukup signifikan pada zat tersebut. Peningkatan temperatur akan

terhenti ketika telah mencapai temperatur jenuh pada cairan tersebut, dalam diagram  $T-v$  oleh garis pembatas kubah uap sebelah kiri, Reynolds dan Perkins (1983: 77) mendefinisikkan bahwa zat yang berada disebelah kiri garis cairan jenuh dikatakan berada pada tingkat keadaan cairan subdingin. Penambahan kalor yang terus dilakukan pada zat akan menyebabkan perubahan fase pada zat menjadi uap, sehingga zat tersusun atas campuran dua fase yaitu cair-uap. Keseimbangan yang terbentuk pada campuran fase ini oleh Moran dan Shapiro (2004: 98) disebut sebagai cair jenuh dan uap jenuh. Proses pembentukan uap tidak diiringi dengan kenaikan temperatur, namun volume spesifik meningkat secara drastis, hal ini ditandai oleh garis horizontal yang ada di dalam kubah uap pada diagram. Zat yang telah mengalami perubahan fase seluruhnya akan menempati titik pada garis uap jenuh, maka zat dikatakan berada pada keadaan uap jenuh, penambahan panas yang terus diberikan akan meningkatkan temperatur uap dan diiringi pula dengan kenaikan volume spesifik. Peningkatan temperatur dan volume spesifik ditandai oleh grafik setelah kubah uap yang naik secara linier. Keadaan uap seperti yang telah ditunjukkan pada grafik dikatakan berada pada keadaan uap panas lanjut.

#### **14. Venturi**

Giancoli (2001: 345) menyatakan bahwa tabung venturi pada dasarnya merupakan sebuah pipa yang mengalami penurunan diameter atau dengan kata lain luas penampang. Efek yang terjadi karena penurunan luas penampang pada venturi ini adalah terjadinya kenaikan kecepatan aliran fluida, seiring dengan

naiknya kecepatan aliran fluida ini, maka terjadi penurunan tekanan pada fluida tersebut. Fenomena ini dapat dijelaskan dengan persamaan kontinuitas.

Persamaan kontinuitas merupakan persamaan yang menghubungkan kecepatan aliran fluida dari satu tempat ke tempat lain. Persamaan ini memberikan formulasi

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

jika fluida yang mengalir merupakan fluida *incompressible*, maka  $\rho_1$  akan memiliki nilai yang sama dengan  $\rho_2$ , sehingga persamaan kontinuitas akan menjadi

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

Persamaan di atas memberikan arti bahwa ketika luas penampang semakin besar, maka kecepatan aliran fluida akan menjadi kecil dan sebaliknya. Berkaitan dengan nilai tekanan maka hal tersebut dapat dijelaskan dengan persamaan Bernoulli, yang mempunyai formulasi

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2 \dots\dots\dots (2.15)$$

karena dalam venturi tidak terdapat perbedaan ketinggian maka persamaan akan menjadi

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \dots\dots\dots (2.16)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2) \dots\dots\dots (2.15)$$

“Pada intinya, prinsip Bernoulli menyatakan bahwa dimana kecepatan fluida tinggi, tekanan rendah, dan dimana kecepatan rendah, tekanan tinggi” (Giancoli, 2001: 341)

## B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti terkait dengan efektifitas media pembelajaran, uap panas lanjut dan venturi :

Penelitian yang dilakukan oleh Widiatno dan Nurlaela (2014). Peneliti menerapkan media pembelajaran multi media interaktif (MMI) pada kompetensi dasar metode dasar memasak. Penelitian yang telah dilakukan tersebut dimaksudkan agar siswa dapat lebih memahami dan diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa SMK Negeri 3 Blitar. Berdasarkan analisis data hasil belajar siswa, menunjukkan adanya peningkatan skor rata-rata hasil belajar siswa dengan persentase sebesar 30,59%. Nilai persentase ini didapatkan atas peningkatan skor rata-rata *post-test* sebesar 83,97% dari skor rata-rata *pre-test* 53,38%.

Penelitian yang dilakukan oleh Al Ayubi et al. (2015). Peneliti melakukan sebuah perancangan dan penerapan aparatus pengukuran debit air dengan menggunakan venturimeter dan *water flow sensor*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengukuran debit air secara manual dengan venturimeter berupa perbedaan tekanan yang terukur melalui ketinggian air yang berbeda pada setiap luas penampang yang berbeda, data ini kemudian dibandingkan dengan data hasil pengukuran debit secara digital dengan menggunakan *water flow sensor* yang telah dikalibrasi di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Hasil yang diperoleh dari penelitian terdapat perbedaan pengukuran dengan venturimeter dengan *water flow sensor*, kesalahan terbesar adalah 1,75%, dari hasil ini pula dapat diketahui

bahwa debit air berbanding lurus dengan selisih ketinggian air yang menunjukkan tekanan, sementara itu debit air berbanding terbalik dengan luas penampang pipa.

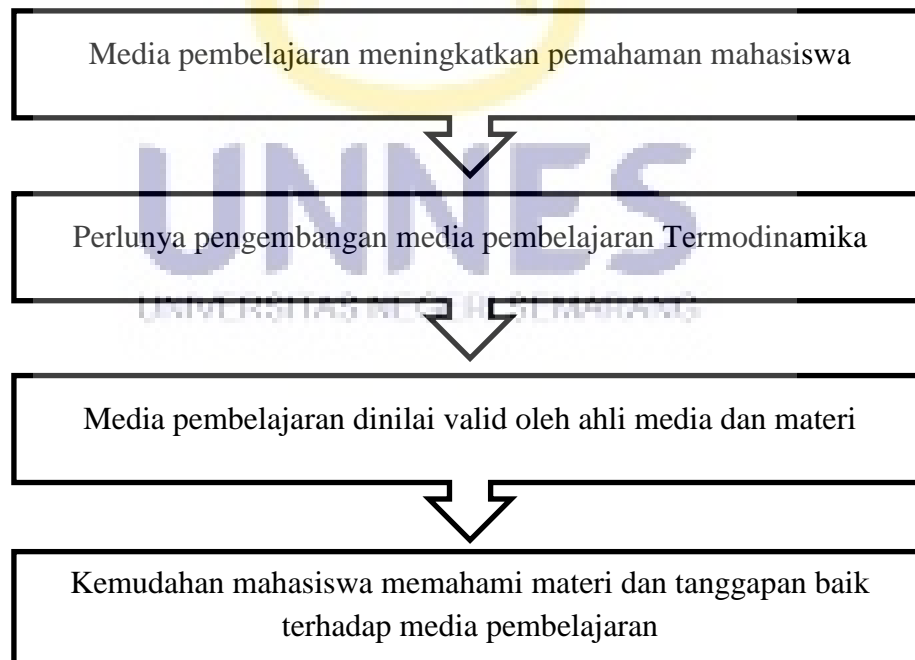
Penelitian yang dilakukan oleh Ahmadvand dan Talaie (2010). Peneliti melakukan penelitian terhadap penyebaran butiran-butiran air yang terbentuk di dalam fluida yang melalui *venturi scrubber* dengan membandingkan simulasi komputasi fluida yang dianggap sebagai cara baru dengan *Peclet number* sebagai cara lama. Untuk memeriksa hasil penelitian menggunakan cara baru, pengaturan eksperimen ditampilkan pada skala pilot di *venturi scrubber* silinder dengan injeksi fluida aksial. Kecepatan aliran cairan diukur di beberapa titik pada bagian kerongkongan *venturi scrubber*. Berdasarkan perbandingan hasil penelitian dengan data eksperimen yang perlihatkan, prakiraan distribusi butiran-butiran air lebih tepat diprakirakan menggunakan data eksperimental dari pada menggunakan cara lama yaitu *constan Peclet number*. Berdasarkan hasil penelitian juga disimpulkan bahwa distribusi parameter dari fungsi Rosin-Rammler tidak dapat dipertimbangkan konstan, karena  $L/G$  (rasio kecepatan gas-cairan) dan  $V_{go}$  (Kecepatan gas dalam kerongkongan).

### C. Kerangka Pikir Penelitian

Penggunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat memberikan efek yang positif terhadap siswa, hal tersebut telah banyak diutarakan oleh para ahli, seperti yang diuraikan dalam kajian teori bahwa media mempunyai manfaat yang banyak, diantaranya membangkitkan motivasi, mempermudah penyampaian materi, meningkatkan pemahaman, dan lain-lain. Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan media pembelajaran memberikan penjelasan,

bahwa pembelajaran dengan media pembelajaran mampu meningkatkan prestasi hasil belajar siswa.

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa ketersediaan media pembelajaran dalam mata kuliah Termodinamika masih terbatas, khususnya yang berkaitan dengan properti uap yang berupa media hasil cetak, sehingga pengembangan media pembelajaran dianggap perlu untuk menunjang pembelajaran. Media Pembelajaran yang dikembangkan dinilai valid oleh ahli media dan ahli materi. Media pembelajaran Termodinamika akan mendapat tanggapan yang baik dari mahasiswa yang telah menggunakan media tersebut dalam pembelajaran, sehingga mahasiswa akan cenderung termotivasi dalam proses pembelajaran, jika dalam proses pembelajaran mahasiswa termotivasi untuk belajar, maka tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi yang disampaikan akan lebih meningkat.



Gambar 2.6. Kerangka Berpikir

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Pertanyaan penelitian yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah perubahan nilai propertis uap kering yang terdiri atas temperatur, tekanan, volume spesifik, energi dalam, entalpi dan entropi setelah mengalir melalui venturi?
2. Bagaimanakah tingkat kelayakan alat uji perubahan propertis uap kering sebagai media pembelajaran mata kuliah Termodinamika berdasarkan penilaian dari sudut pandang ahli media dan ahli materi?
3. Bagaimanakah tingkat kelayakan media pembelajaran berdasarkan penilaian mahasiswa, setelah media pembelajaran diimplementasikan dalam pembelajaran Termodinamika mahasiswa tersebut?



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dalam bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Keberadaan venturi sebagai media penghalang dalam aliran uap kering mampu menurunkan nilai tekanan dan temperatur pada setiap variasi tekanan *inlet* yang ditetapkan, sehingga didapatkan nilai propertis uap kering yang berbeda-beda sesuai dengan nilai tekanan dan temperatur yang dicapai. Rata-rata propertis uap kering *inlet* memiliki nilai yang relatif lebih tinggi dibandingkan nilai propertis *outlet*, kecuali volume spesifik yang nilai propertis uap *outlet*nya lebih tinggi, dan entropi yang nilainya berfluktuatif. Penurunan maupun kenaikan nilai propertis yang terjadi cenderung membentuk grafik linier.
2. Alat uji perubahan propertis uap kering melalui venturi telah layak digunakan sebagai media pembelajaran dinilai dari sudut pandang ahli media dan ahli materi. Persentase perolehan nilai dari ahli media adalah sebesar 85%, nilai ini termasuk dalam kriteria sangat baik, sedangkan persentase perolehan nilai dari ahli materi adalah sebesar 81%, nilai ini-pun termasuk dalam kategori sangat baik yang merupakan indikator bahwa media pembelajaran tersebut layak untuk digunakan.

3. Mahasiswa jurusan Teknik Mesin program studi Pendidikan Teknik Otomotif tahun angkatan 2014 rombel 1 dan 2 mata kuliah Termodinamika yang tetapkan sebagai sasaran pengguna media pembelajaran alat uji perubahan propertis uap kering, telah memberikan tanggapan yang positif terhadap penggunaan media pembelajaran dalam perkuliahan tersebut, hal ini ditunjukkan oleh persentase penilaian atas angket yang diajukan yaitu sebesar 80%.

#### **B. Saran**

Saran pemanfaat hasil penelitian tentang alat uji perubahan propertis uap kering melalui venturi sebagai media pembelajaran Termodinamika adalah sebagai berikut:

1. Keterbatas-keterbatasan penelitian ataupun alat yang telah diuraikan pada bab sebelumnya agar dapat disempurnakan untuk pengembangan alat uji perubahan propertis uap selanjutnya. Termasuk dalam pengambilan data penelitian perubahan propertis uap kering, sebaiknya dilakukan pada keadaan awal yang sama, yaitu menunggu alat uji kembali pada temperatur dan tekanan awal sebelum digunakan, hal ini dimaksudkan agar data yang didapatkan valid.
2. Alat uji perubahan propertis uap kering melalui venturi telah dinyatakan layak oleh ahli media dan ahli materi, selain itu mahasiswa sebagai pengguna telah memberikan tanggapan yang baik terhadap penggunaan alat uji tersebut dalam perkuliahan, sehingga diharapkan alat uji perubahan propertis uap yang telah

dibuat dimanfaatkan dalam perkuliahan Termodinamika untuk menunjang pemahaman dan pengetahuan mahasiswa.

3. Penelitian yang dilakukan masih terbatas untuk mengetahui tingkat kelayakan dan tanggapan mahasiswa saja, sehingga bagi peneliti lain dapat mengembangkan penelitian untuk mengetahui pengaruh media pembelajaran terhadap prestasi hasil belajar mahasiswa.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadvand, F dan M.R. Talaie. 2010. CFD Modeling of Droplet Dispersion in a Venturi Scrubber. *Chemical Engineering Journal*. Nomor 160:423-431.
- Al Ayubi, Muchammad Sholachuddin, Dzulkiflih, Endah Rahmawati. 2015. Perancangan dan Penerapan Aparatus Pengukuran Debit Air dengan Menggunakan Venturimeter dan Water Flow Sensor. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*. Volume 04. Nomor 02: 21-26.
- Amazine. n.d. *Berapakah Jumlah Negara di dunia?*. Online at <http://www.amazine.co/14506/berapakah-jumlah-negara-di-dunia/> [accessed 29/08/2015]
- Arsyad, Azhar. 2013. *Media Pembelajaran (Edisi Revisi)*. Jakarta: Rajawali Pers
- Cengel, Y. A. dan Michael A. Boles. 2002. *Thermodynamics*. New York : The McGraw-Hill.
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika* (Edisi Kelima). Translated by Hanum, Yuhilza. Jakarta: Erlangga.
- Holman, J. P. 1984. *Metode Pengukuran Teknik* (Edisi Keempat). Translated by Jasjfi, E. Jakarta: Erlangga.
- Jurusan Teknik Mesin Unnes. 2014. *Profil*. Online at <http://mesin.unnes.ac.id/v3.1/profil/> [accessed 29/08/2015].
- Kulshrestha, S.K. 1989. *Buku Teks Termodinamika Terpakai, Teknik Uap dan Panas*. Translated by Budiardjo, I Made Kartika D., Budiarmo. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Moran, M. J. dan Howard N. Shapiro. 2004. *Termodinamika Teknik Jilid 1*. Translated by Nugroho, Y.S. Jakarta : Erlangga.
- Mu'in, A. Syamsir. 1988. *Pesawat – Pesawat Konversi Energi I (Ketel Uap)*. Jakarta : CV. Rajawali.
- Musfiqon, M. 2012. *Pengembangan Media dan Media Sumber Pembelajaran*. Jakarta: Prestasi Pustakarya.
- Potter, M. C. dan Craig W. Somerton. 2011. *Termodinamika Teknik* (Edisi Kedua). Translated by Layukkalo, Thombi. Jakarta : Erlangga.

Reynolds, W. C. dan Henry C. Perkins. 1983. *Termodinamika Teknik*. Translated by Harahap, Filino. Jakarta : Erlangga.

Setiawan, Rendik. 2012. *Masalah Pendidikan di Indonesia dan Solusinya*. Online. <http://positivego.blogspot.com/2012/11/masalah-pendidikan-di-indonesia.html> [accessed 29/08/2015]

Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.

Sukenda, Falahah, Fubian Lathanio. 2013. Pengembangan Aplikasi Multimedia Pengenalan Pemanasan Global dan Solusi Menggunakan Pendekatan ADDIE. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*.

Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional

Widiatno, Rizki dan Luthfiyah Nurlaela. 2014. Penerapan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif (MMI) pada Kompetensi Dasar Metode Dasar Memasak untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMK Negeri 3 Blitar. *E-Journal Boga*, Volume 03. Nomor 01: 89-99.