

ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP TERMODINAMIKA MAHASISWA PENDIDIKAN FISIKA MENGGUNAKAN INSTRUMEN *SURVEY OF THERMODYNAMIC PROCESSES AND FIRST AND SECOND LAWS (STPFaSL)*

D. Rahmawati¹, K. Wiyono² dan Syuhendri²

¹Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya, Indonesia
Kampus Jl.Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Inderalaya Ogan Ilir, 30662, Indonesia
E-mail: dwirahmawatifisika41@gmail.com

²Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya, Indonesia
Kampus Jl.Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Inderalaya Ogan Ilir, 30662, Indonesia
E-mail: ketangw.fkipunsri@gmail.com, hendrisyukur@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pemahaman konsep, tingkat miskonsepsi dan jenis miskonsepsi mahasiswa pada materi termodinamika. Penelitian dilakukan pada Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya dengan subjek penelitian 63 mahasiswa angkatan 2014. Data dikumpulkan menggunakan instrumen *Survey of Thermodynamic Processes and First and Second Laws (STPFaSL)*. Metode penelitian deskriptif kualitatif. Hasil penelitian didapatkan 1) skor pemahaman konsep mahasiswa rendah yaitu sebesar 27,66%, 2) terdapat 7,82% mahasiswa paham konsep, 27,72% mahasiswa paham konsep sebagian, 26,1% mahasiswa paham konsep sebagian disertai miskonsepsi, 4,62% mahasiswa miskonsepsi utuh dan 33,74% mahasiswa tidak paham konsep, 3) mahasiswa mengalami miskonsepsi pada seluruh konsep yang diujikan yaitu 6% konsep hukum I termodinamika, 9,5% konsep hukum II termodinamika, 3% konsep diagram P-V, 1,6% konsep proses reversibel dan 3% konsep proses ireversibel. Implikasi penelitian, dosen perlu menganalisis pemahaman konsep mahasiswa dan memilih strategi pembelajaran perubahan konseptual yang cocok untuk meningkatkan pemahaman konsep dan meremediasi miskonsepsi mahasiswa.

Kata kunci: *miskonsepsi, pemahaman konsep, termodinamika.*

PENDAHULUAN

Hakikat pembelajaran fisika terdiri atas tiga komponen yaitu proses, produk, dan sikap (Himah, dkk., 2015). Fisika sebagai proses, karena merupakan suatu rangkaian kegiatan yang terstruktur dan sistematis yang dilakukan untuk menemukan konsep, prinsip dan hukum tentang gejala alam. Fisika sebagai sebuah produk, karena merupakan terdiri dari sekumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, prinsip dan hukum tentang gejala alam. Sedangkan fisika sebagai suatu sikap, karena diharapkan mampu mengembangkan karakter siswa. Pengetahuan tentang hakikat fisika memiliki arti penting dalam perencanaan pembelajaran fisika. Menurut Rahayu (2015), agar peserta didik memperoleh pengetahuan dan konsep-konsep fisika secara utuh, sudah seharusnya peserta didik diarahkan untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Konsep merupakan rancangan atau ide-ide yang mewakili setiap benda, kejadian dan situasi untuk mempermudah komunikasi antar manusia dalam berpikir. Syuhendri (2010) mengemukakan bahwa konsep atau kategori yang tersimpan dalam pikiran disebut skema. Analoginya, skema ini ibarat berkas-berkas yang ada di dalam suatu file. Skema ini akan terus tumbuh dan berkembang sebagai hasil interaksi manusia dengan lingkungan. Berkas akan terus ditambahkan ke dalam file atau diperbaiki sesuai dengan kebutuhan. Ada dua cara agar skema ini tumbuh dan berkembang, yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi yaitu proses kognisi

bagaimana seseorang memadukan perseptual dengan konsep baru ke dalam skema yang sudah ada. Sedangkan akomodasi adalah pembuatan skema baru atau modifikasi skema lama, yang menghasilkan perubahan dan perkembangan skemata.

Pengetahuan awal konsep sangat berperan penting dalam pencapaian suatu tujuan pembelajaran, terutama pada pembelajaran fisika. Pembelajaran fisika tidak hanya ditekankan pada pengetahuan fakta-fakta, penghafalan rumus tetapi perlu dilengkapi dengan pemahaman konsep yang mendasar. Akibatnya perlu adanya proses penemuan secara mandiri agar pengetahuan yang diperoleh tersimpan sebagai pengetahuan yang lebih bermakna (Ulya, dkk., 2013). Setiap konsep dalam pembelajaran fisika tidak berdiri sendiri, melainkan setiap konsep berhubungan dengan konsep-konsep yang lain. Semua konsep bersama membentuk semacam jaringan pengetahuan di dalam pikiran manusia (Iriyanti, dkk., 2012).

Fisika merupakan salah satu cabang sains. Pelajaran fisika merupakan termasuk pelajaran yang menarik, namun beberapa penelitian Syuhendri (2014), Anderson, dkk., (2005) dan Junglas (2006) menyatakan bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep fisika yang dapat mengakibatkan rendahnya kualitas pendidikan. Penyebab lemahnya pemahaman konsep fisika diantaranya pendidikan sains cenderung berorientasi pada tes dan guru mengajarkan ilmu sains sebagai suatu produk yang harus dihapal

(Kementerian Pendidikan Nasional Indonesia, 2007). Para siswa dilatih untuk memecahkan masalah komputasi matematika bukan pemahaman konsep yang benar (Syuhendri, 2017). Kemampuan pemahaman konsep merupakan syarat mutlak untuk mencapai keberhasilan dalam pembelajaran fisika. Hanya dengan pemahaman konsep fisika seluruh permasalahan fisika dapat dipecahkan, baik permasalahan fisika dalam kehidupan sehari-hari maupun permasalahan fisika dalam bentuk soal-soal fisika. Hal ini menunjukkan bahwa pelajaran fisika bukan merupakan pelajaran hafalan melainkan lebih menuntut pada pemahaman konsep bahkan aplikasi konsep tersebut (Sugiarti, 2005).

Syuhendri (2010) mengemukakan bahwa pemahaman konsep dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu paham konsep, miskonsepsi dan tidak paham konsep. Mahasiswa yang paham konsep dengan baik akan mampu mengatasi persoalan yang ada, sedangkan mahasiswa yang mengalami miskonsepsi atau bahkan tidak paham konsep akan mengalami kesulitan. Sedangkan Abraham, dkk., (1992) mengkategorikan tingkat pemahaman mahasiswa menjadi enam kategori, yaitu kategori “tidak menjawab/tidak menanggapi”, “tidak paham konsep”, “miskonsepsi utuh”, “memahami sebagian dengan miskonsepsi”, “memahami sebagian konsep” dan “memahami konsep”.

Calik & Ayas (2005) mengadopsi tingkat pemahaman konsep dari Abraham, dkk. Adapun teknik analisis jawaban dari tes pilihan ganda beralasan yang dilakukan Calik dan Ayas yaitu dengan mengkombinasikan pilihan jawaban mahasiswa dengan alasannya, sehingga menghasilkan pernyataan jawaban yang dapat dikatakan serupa dengan jawaban pada soal uraian. Calik dan Ayas menyatukan kategori “tidak menjawab/tidak menanggapi” dan “tidak paham konsep” ke dalam kategori “tidak paham konsep”. Dengan demikian, tingkat pemahaman konsep mahasiswa terdiri dari lima kategori. Pengelompokan tingkat pemahaman mahasiswa yang dimaksud terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat pemahaman mahasiswa berdasarkan kriteria jawaban

No.	Derajat Pemahaman	Kriteria Jawaban
1	Paham Konsep (PK)	Jawaban menunjukkan komponen yang sesuai dengan konsep secara lengkap.
2	Paham Sebagian konsep (PS)	Jawaban menunjukkan satu atau beberapa komponen yang sesuai dengan konsep, tetapi belum lengkap.

No.	Derajat Pemahaman	Kriteria Jawaban
3	Paham Sebagian konsep disertai Miskonsepsi (PSM)	Jawaban menunjukkan adanya pemahaman pada suatu konsep tetapi disertai dengan pernyataan yang mengandung kesalahan-pahaman.
4	Miskonsepsi utuh (M)	Jawaban mengandung ketidak logisan atau informasi yang salah.
5	Tidak Paham Konsep (TPK)	Mengulangi pertanyaan, jawaban tidak relevan, atau tidak dijawab.

Konsep termodinamika merupakan salah satu konsep fisika yang harus dikuasai oleh mahasiswa. Hal ini dikarenakan konsep termodinamika sangat erat kaitannya dalam kehidupan sehari-hari. Mulop, dkk., (2012) mengemukakan bahwa termodinamika merupakan subjek yang berhubungan dengan energi dan merupakan salah satu materi yang diperlukan untuk memahami gejala alam. Termodinamika memiliki peran penting dalam kehidupan manusia. Ini adalah hal fundamental dan telah menjadi bagian penting dari suatu kurikulum. Hassan & Mat (2005) mengemukakan bahwa termodinamika merupakan pengetahuan dasar yang berhubungan dengan energi dan telah lama menjadi bagian penting dari kurikulum rekayasa. Sedangkan Kulkarni & Tambade (2013) mengemukakan bahwa termodinamika merupakan topik penting yang harus dipelajari dalam fisika karena banyak terapannya dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi.

Salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman konsep termodinamika adalah instrumen *Survey of Thermodynamic Processes and First and Second Laws (STPFaSL)*. Instrumen *STPFaSL* dikembangkan pada tahun 2015 oleh Prof. Benjamin R. Brown dan Prof. Chandralekha Singh, dari *University of Pittsburgh, United State*. Instrumen *STPFaSL* ini berupa soal pilihan ganda (*multiple choice*) berjumlah 33 butir soal konsep termodinamika yang telah teruji validitas dan reliabilitasnya berupa validasi perak, yaitu tingkat kedua pada validasi penelitian. Instrumen *STPFaSL* ini difokuskan pada pengetahuan termodinamika mahasiswa tentang lima bahasan pokok berupa: hukum pertama termodinamika, hukum kedua termodinamika, diagram pV , proses reversibel dan proses ireversibel. Instrumen *STPFaSL* ini dapat digunakan untuk mahasiswa

baru, mahasiswa tingkat menengah dan mahasiswa tingkat atas (McKagan, 2011).

Hasil penelitian relevan sebelumnya Adrianus, dkk., (2015) melakukan penelitian tentang pemahaman konsep termodinamika mahasiswa FMIPA Universitas Negeri Gorontalo. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa pemahaman konsep mahasiswa pada materi termodinamika dinilai masih rendah dengan diperolehnya rata-rata skor pemahaman mahasiswa sebesar 6,16%, terdapat miskonsepsi sebesar 4,32% dan tidak paham konsep sebesar 89,52%. Pratiwi (2016) melakukan penelitian dalam mengidentifikasi karakteristik konsep termodinamika mahasiswa prodi pendidikan fisika Universitas Kanjuruhan Malang. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa mahasiswa yang memahami konsep dengan benar masih tergolong rendah dengan diperolehnya rata-rata skor sebesar 29,68%, sedangkan 70,32% mengalami miskonsepsi. Studi pendahuluan terhadap subjek penelitian, mahasiswa prodi pendidikan fisika Unikama, diketahui sebesar 66,67% tidak memahami konsep gas ideal (Pratiwi, 2016).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih luas. Oleh karena itu, peneliti berusaha untuk melakukan penelitian terhadap pemahaman konsep pelajar pada materi termodinamika dengan cara menganalisis pemahaman konsep pelajar yang dilihat dari jawaban pelajar dalam menjawab soal-soal menggunakan instrumen *Survey of Thermodynamic Processes and First and Second Laws* (STPFaSL).

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Dengan metode ini, peneliti memaparkan data yang diperoleh dan menganalisisnya sehingga diperoleh deskripsi tentang pemahaman konsep termodinamika mahasiswa program studi pendidikan fisika. Variabel dalam penelitian ini adalah pemahaman konsep termodinamika mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya. Variabel ini diukur melalui besarnya persentasi pemahaman konsep termodinamika mahasiswa dengan cara menganalisis hasil jawaban mahasiswa terhadap

soal pilihan ganda (*multiple choice*) dengan *reasoning* terbuka melalui tes menggunakan instrumen STPFaSL berjumlah 33 butir soal yang telah teruji validitas dan reliabilitasnya, sehingga tidak diperlukan validitas dan reliabilitas seperti pada soal umumnya, validitas yang dilakukan hanya melaksanakan validasi soal kepada dosen mengenai bahasa dan konten fisika pada instrumen serta disesuaikan dengan kurikulum pendidikan fisika Universitas Sriwijaya.

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya yaitu mahasiswa semester 6 angkatan 2014 yang telah mengikuti mata kuliah termodinamika. Teknik pengumpulan data adalah cara-cara untuk memperoleh data-data empiris yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Sedangkan alat yang digunakan untuk memperoleh data disebut instrumen penelitian.

Untuk mengetahui pemahaman konsep maka dilakukan perhitungan dari hasil tes tertulis. Data hasil tes tersebut akan dianalisis dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mencari nilai atau skor rata-rata jawaban seluruh mahasiswa
2. Mencari jawaban mahasiswa per butir soal dari setiap konsep serta mengkombinasikan pilihan jawaban mahasiswa dengan alasannya
3. Selanjutnya setiap jawaban mahasiswa per subkonsep dikategorikan ke dalam 5 kategori tingkat pemahaman konsep pada Tabel 1.
4. Menghitung frekuensi jawaban mahasiswa
5. Menentukan persentase pemahaman konsep dengan menggunakan rumus deskriptif persentase, yaitu (Kamelta, 2011):

$$\text{Persentase} = \frac{f}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

P = Persentase kategori pemahaman

f = Jumlah mahasiswa pada setiap kategori pemahaman

N = Jumlah seluruh responden (subjek penelitian)

6. Selanjutnya hasil analisis data ini akan mengarahkan pada kesimpulan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya dengan subjek penelitian mahasiswa semester 6 angkatan 2014 yang berjumlah 63 responden. Penelitian ini dilaksanakan pada 22 Maret 2017 dan 29 Maret 2017. Soal yang diujikan terbagi menjadi lima subkonsep yaitu hukum I termodinamika, hukum II termodinamika, diagram P-V, proses reversibel dan proses ireversibel dengan soal sebanyak 33 butir soal.

Hasil skor rata-rata pemahaman konsep mahasiswa berada pada kategori rendah, skor rata-rata pemahaman konsep mahasiswa sebesar 27,66%. Hal ini menunjukkan bahwa perlu adanya strategi untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa. Untuk mengetahui lebih lanjut tingkat pemahaman konsep mahasiswa kemudian dilakukan analisis terhadap jawaban dan alasan jawaban mahasiswa untuk kelima subkonsep dengan menggunakan lima kategori tingkat pemahaman konsep berdasarkan Tabel 1. Adapun persentase pemahaman konsep mahasiswa pada masing-masing subkonsep terhadap lima kategori tersebut, sebagai berikut:

a. Konsep Hukum I Termodinamika

Ada enam dari 33 soal konsep hukum I termodinamika, yaitu butir soal nomor 2, 14, 18, 20, 22 dan 27. Persentase pemahaman konsep mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham konsep sebesar 14%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham konsep seperti: *pada proses ekspansi isothermal, energi internal gas tidak berubah dan kerja yang dilakukan oleh gas positif*. Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham sebagian konsep sebesar 24%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham sebagian konsep tidak menjelaskan jawaban secara terperinci seperti: *hanya pernyataan II dan III benar*. Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham sebagian konsep disertai miskonsepsi sebesar 29%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham sebagian konsep disertai miskonsepsi seperti: *pada proses ekspansi isothermal, energi internal gas berubah dan kerja yang dilakukan oleh gas positif*.

Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori miskonsepsi utuh sebesar 6%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori miskonsepsi utuh seperti: *pada proses ekspansi adiabatik reversibel, tidak ada perpindahan kalor sehingga energi internal dan kerja yang dilakukan adalah konstan; pada proses ekspansi-bebas maka entropi bertambah, kerja yang dilakukan positif dan energi internal berkurang; pada proses siklus tidak ada perpindahan kalor neto karena dapat kembali ke titik awal; pada proses ekspansi isothermal tidak ada perpindahan kalor neto karena suhunya tetap; dan pada saat piston dipanaskan maka ada pengaruh suhu sehingga terjadi proses isothermal*. Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori tidak paham konsep sebesar 27%, mahasiswa tidak memberikan alasan pada lembar jawaban.

b. Konsep Hukum II Termodinamika

Ada tujuh dari 33 soal konsep hukum II termodinamika, yaitu butir soal nomor 12, 13, 16, 19, 24, 25 dan 33. Persentase pemahaman konsep mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham konsep sebesar 9,5%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham konsep seperti: *proses setelah tercapainya kesetimbangan pada saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka entropi benda padat yang bersuhu awal lebih rendah dan entropi sistem gabungan dua benda padat akan bertambah sedangkan entropi benda padat yang bersuhu awal lebih tinggi akan berkurang*. Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham sebagian konsep sebesar 22%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham sebagian konsep seperti: *proses setelah tercapainya kesetimbangan pada saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka entropi benda padat yang bersuhu awal lebih rendah akan bertambah sedangkan entropi benda padat yang bersuhu awal lebih tinggi akan berkurang*.

Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham sebagian konsep disertai miskonsepsi sebesar 21%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham sebagian konsep disertai miskonsepsi seperti: *proses setelah tercapainya kesetimbangan pada*

saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka semua entropi benda padat akan bertambah. Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori miskonsepsi utuh sebesar 9,5%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori miskonsepsi utuh seperti: *proses setelah tercapainya kesetimbangan pada saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka entropi benda padat yang bersuhu awal lebih tinggi akan bertambah; entropi semua sistem yang tidak ada pertukaran energi dengan lingkungan harus tetap; dan mesin Carnot reversibel dapat kembali ke sistem semula sehingga 100% efisien.* Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori tidak paham konsep sebesar 38%, mahasiswa tidak memberikan alasan pada lembar jawaban.

c. Konsep Diagram P-V

Ada dua belas dari 33 soal konsep diagram P-V, yaitu butir soal nomor 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 17, 21, 22, 26 dan 30. Persentase pemahaman konsep mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham konsep sebesar 3%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham konsep seperti: *pada diagram P-V, energi internal akhir gas sama dengan energi internal awal karena merupakan proses siklus.* Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham sebagian konsep sebesar 34%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham sebagian konsep seperti: *pada diagram P-V, energi internal akhir gas sama dengan energi internal awal karena hasilnya sama.* Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham sebagian konsep disertai miskonsepsi sebesar 30%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham sebagian konsep disertai miskonsepsi seperti: *pada diagram P-V, energi internal akhir gas sama dengan energi internal awal jika proses reversibel namun selain proses tersebut akan menjadi lebih kecil karena telah terpakai untuk melakukan kerja.*

Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori miskonsepsi utuh sebesar 3%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori miskonsepsi utuh seperti: *pada diagram P-V, energi internal akhir gas lebih kecil daripada energi internal awal karena sudah*

melakukan kerja dalam satu siklus; kerja yang dilakukan oleh gas dalam satu siklus lengkap adalah nol karena kembali ke titik semula; entropi akhir gas lebih kecil daripada entropi awal karena sudah melakukan kerja dalam satu siklus; entropi akhir gas lebih besar daripada entropi awal karena mengalami peningkatan; tidak ada perpindahan kalor neto untuk proses siklus; $Q_1=Q_2$ karena jumlah kerja yang dilakukan kedua proses sama yang dimulai pada titik awal dan akhir yang sama; jika ada proses adiabatik maka tidak ada perpindahan kalor; dan nilai kerja yang dilakukan oleh sistem hanya ditentukan oleh keadaan sistem. Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori tidak paham konsep sebesar 30%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori tidak paham konsep banyak yang hanya mengulang tulisan pada pilihan jawaban yang tersedia seperti: *energi internal akhir gas bisa lebih besar atau lebih kecil dari energi internal awal tergantung pada rincian siklus pada skema yang ditampilkan.*

d. Konsep Proses Reversibel

Ada enam dari 33 soal konsep proses reversibel, yaitu butir soal nomor 1, 2, 3, 4, 15 dan 28. Persentase pemahaman konsep mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham konsep sebesar 1,6%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham konsep seperti: *pada proses ekspansi adiabatik, entropi gas akan tetap konstan untuk proses reversibel ($Q=0$).* Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham sebagian konsep sebesar 28,6%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham sebagian konsep seperti: *pada percobaan gas yang mengalami ekspansi adiabatik reversibel akan menghasilkan entropi gas yang tetap konstan karena dapat kembali ke keadaan semula.* Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham sebagian konsep disertai miskonsepsi sebesar 36,5%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham sebagian konsep disertai miskonsepsi seperti: *pada proses ekspansi adiabatik reversibel, entropi bertambah dan tetap konstan.*

Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori miskonsepsi utuh sebesar 1,6%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori miskonsepsi utuh seperti:

proses ekspansi adiabatik reversibel, entropi gas bertambah karena gas mengembang; proses kompresi isothermal reversibel, suhu konstan sehingga ada perpindahan kalor neto ke gas; proses kompresi isothermal reversibel, entropi gas bertambah karena volume bertambah; dan pada diagram P-V reversibel, jika terdapat proses adiabatik maka tidak ada perpindahan kalor neto. Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori tidak paham konsep sebesar 31,7%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori tidak paham konsep banyak yang hanya mengulang tulisan pada pilihan jawaban yang tersedia seperti: *pada proses ekspansi adiabatik reversibel, entropi gas berkurang.*

e. Konsep Proses Ireversibel

Ada lima dari 33 soal konsep proses ireversibel, yaitu butir soal nomor 11, 23, 29, 31 dan 32. Persentase pemahaman konsep mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham konsep sebesar 11%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham konsep seperti: *proses akhir ketika kesetimbangan termal tercapai saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi maka energi internal sistem gabungan tetap dan kerja yang dilakukan oleh sistem gabungan adalah nol.* Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham sebagian konsep sebesar 30%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham sebagian konsep seperti: *proses akhir ketika kesetimbangan termal tercapai saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi maka kerja yang dilakukan oleh sistem gabungan adalah nol.* Persentase pemahaman mahasiswa yang

termasuk dalam kategori paham sebagian konsep disertai miskonsepsi sebesar 14%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori paham sebagian konsep disertai miskonsepsi seperti: *proses akhir ketika kesetimbangan termal tercapai saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi maka energi internal sistem gabungan bertambah dan kerja yang dilakukan oleh sistem gabungan adalah nol.*

Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori miskonsepsi utuh sebesar 3%, alasan jawaban mahasiswa yang menunjukkan kategori miskonsepsi utuh seperti: *proses akhir ketika kesetimbangan termal tercapai saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi maka energi internal sistem gabungan dua benda padat bertambah; proses setelah tercapainya kesetimbangan saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi maka semua entropi sistem benda padat tidak berubah; dan pada proses ireversibel, entropi tidak berubah.* Persentase pemahaman mahasiswa yang termasuk dalam kategori tidak paham konsep sebesar 42%, mahasiswa tidak memberikan alasan pada lembar jawaban.

Hasil rata-rata lima kategori tingkat pemahaman konsep termodinamika mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 2. Rata-rata persentase pemahaman konsep mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham konsep sebesar 7,82%, kategori paham konsep sebagian 27,72%, kategori paham konsep sebagian disertai miskonsepsi sebesar 26,1%, kategori miskonsepsi utuh sebesar 4,62% dan kategori tidak paham konsep sebesar 33,74%.

Tabel 2. Rata-rata persentase tingkat pemahaman mahasiswa 5 kategori

No.	Subkonsep	Kategori Pemahaman Konsep (%)				
		PK	PS	PSM	M	TPK
1	Hukum I Termodinamika	14	24	29	6	27
2	Hukum II Termodinamika	0,5	22	21	9,5	38
3	Diagram P-V	3	34	30	3	30
4	Proses Reversibel	1,6	28,6	36,5	1,6	31,7
5	Proses Ireversibel	11	30	14	3	42
Rata-rata		7,82	27,72	26,1	4,62	33,74

Keterangan: PK (Paham Konsep), PS (Paham Sebagian konsep) PSM (Paham Sebagian konsep disertai Miskonsepsi), M (Miskonsepsi utuh), TPK (Tidak Paham Konsep).

Setelah diperoleh persentase kategori tingkat pemahaman konsep mahasiswa, sehingga dapat diperoleh daftar miskonsepsi yang dialami mahasiswa dan dikelompokkan berdasarkan subkonsep seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar miskonsepsi mahasiswa

Miskonsepsi Setiap Konsep
Hukum I Termodinamika
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pada proses ekspansi adiabatik reversibel, tidak ada perpindahan kalor sehingga energi internal dan kerja yang dilakukan adalah konstan. 2. Pada proses ekspansi-bebas maka entropi sama, kerja yang dilakukan positif dan energi internal berkurang. 3. Pada proses siklus tidak ada perpindahan kalor neto karena dapat kembali ke titik awal. 4. Pada proses ekspansi isothermal, tidak ada perpindahan kalor neto karena suhunya tetap. 5. Pada saat piston dipanaskan maka ada pengaruh suhu sehingga terjadi proses isothermal.
Hukum II Termodinamika
<ol style="list-style-type: none"> 6. Proses setelah tercapainya kesetimbangan pada saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka entropi benda padat yang bersuhu awal lebih tinggi akan bertambah. 7. Proses setelah tercapainya kesetimbangan pada saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka entropi benda padat yang bersuhu awal lebih tinggi dan lebih rendah tetap. 8. Entropi semua sistem yang tidak ada pertukaran energi dengan lingkungan harus tetap. 9. Mesin Carnot reversibel dapat kembali ke sistem semula sehingga 100% efisien.
Diagram P-V
<ol style="list-style-type: none"> 10. Pada diagram P-V, energi internal akhir gas lebih kecil daripada energi internal awal karena sudah melakukan kerja dalam satu siklus. 11. Pada diagram P-V, kerja neto yang dilakukan oleh gas dalam satu siklus lengkap adalah nol karena kembali ke titik semula. 12. Pada diagram P-V, entropi akhir gas lebih kecil daripada entropi awal karena sudah melakukan kerja dalam satu siklus. 13. Pada diagram P-V, entropi akhir gas lebih besar daripada entropi awal karena mengalami peningkatan. 14. Pada diagram P-V, tidak ada perpindahan kalor neto untuk proses siklus. 15. Pada diagram P-V, $Q_1=Q_2$ karena jumlah kerja yang dilakukan kedua proses sama yang dimulai pada titik awal dan akhir yang sama.

Miskonsepsi Setiap Konsep
<ol style="list-style-type: none"> 16. Pada diagram P-V, jika ada proses adiabatik maka tidak ada perpindahan kalor. 17. Nilai kerja yang dilakukan oleh sistem hanya ditentukan oleh keadaan sistem.
Proses Reversibel
<ol style="list-style-type: none"> 18. Proses ekspansi adiabatik reversibel, entropi gas bertambah karena gas mengembang. 19. Proses kompresi isothermal reversibel, entropi gas bertambah karena volume bertambah. 20. Pada diagram P-V reversibel, jika terdapat proses adiabatik maka tidak ada perpindahan kalor neto.
Proses Ireversibel
<ol style="list-style-type: none"> 21. Proses akhir ketika kesetimbangan saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka energi internal sistem gabungan dua benda padat bertambah. 22. Proses akhir ketika kesetimbangan saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka energi internal benda padat yang suhu awalnya lebih tinggi bertambah. 23. Pada proses ireversibel, entropi tidak berubah.

Dari analisa di atas dengan menggunakan instrumen pemahaman konsep termodinamika yaitu *Survey of Thermodynamic Processes and First and Second Laws (STPFaSL)* yang berjumlah 33 butir soal yang disertai dengan alasan terbuka, diperoleh bahwa rata-rata persentase pemahaman konsep mahasiswa masih rendah yaitu 27,66%. Analisis lanjutan tingkat pemahaman konsep mahasiswa lima kategori diperoleh rata-rata persentase pemahaman konsep mahasiswa yang termasuk dalam kategori paham konsep sebesar 7,82%, kategori paham konsep sebagian 27,72%, kategori paham konsep sebagian disertai miskonsepsi sebesar 26,1%, kategori miskonsepsi utuh sebesar 4,62% dan kategori tidak paham konsep sebesar 33,74%.

Tingkat pemahaman konsep mahasiswa lima kategori pada masing-masing konsep diperoleh bahwa pemahaman konsep mahasiswa pada konsep hukum I termodinamika terdiri dari paham konsep sebesar 14%, paham konsep sebagian sebesar 24%, paham konsep sebagian disertai miskonsepsi sebesar 29%, miskonsepsi utuh sebesar 6% dan tidak paham konsep sebanyak 27%. Pemahaman konsep mahasiswa pada konsep hukum II termodinamika terdiri dari paham konsep sebesar 9,5%, paham konsep sebagian sebesar 22%, paham konsep sebagian disertai miskonsepsi sebesar 21%, miskonsepsi utuh sebesar 9,5% dan tidak paham konsep sebanyak 38%.

Pemahaman konsep mahasiswa pada konsep diagram P-V terdiri dari paham konsep sebesar 3%, paham konsep sebagian sebesar 34%, paham konsep sebagian disertai miskonsepsi sebesar 30%, miskonsepsi utuh sebesar 3% dan tidak paham konsep sebanyak 30%. Pemahaman konsep mahasiswa pada konsep proses reversibel terdiri dari paham konsep sebesar 1,6%, paham konsep sebagian sebesar 28,6%, paham konsep sebagian disertai miskonsepsi sebesar 36,5%, miskonsepsi utuh sebesar 1,6% dan tidak paham konsep sebanyak 31,7%. Pemahaman konsep mahasiswa pada konsep proses ireversibel terdiri dari paham konsep sebesar 11%, paham konsep sebagian sebesar 30%, paham konsep sebagian disertai miskonsepsi sebesar 14%, miskonsepsi utuh sebesar 3% dan tidak paham konsep sebanyak 42%.

Pemahaman konsep mahasiswa yang terbesar terdapat pada kategori tidak paham konsep. Mahasiswa banyak yang mengalami tidak paham konsep pada konsep proses ireversibel sebesar 42% terutama butir soal nomor 32 mengenai menentukan entropi sistem pada proses ireversibel. Berdasarkan analisis data didapat bahwa miskonsepsi mahasiswa terjadi pada setiap subkonsep materi termodinamika, selanjutnya akan dideskripsikan bagaimana miskonsepsi mahasiswa pada setiap subkonsep dengan memfokuskan pada hasil alasan jawaban yang diberikan oleh mahasiswa.

a. Konsep Hukum I Termodinamika

Pada konsep hukum I termodinamika, miskonsepsi yang terjadi mencapai 6%. Alasan jawaban mahasiswa yang dikategorikan sebagai miskonsepsi pada konsep hukum I termodinamika, antara lain: a). *Pada proses ekspansi adiabatik tidak ada perpindahan kalor neto sehingga energi internal dan kerja yang dilakukan oleh gas adalah konstan.* Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu pada proses ekspansi adiabatik, volume lebih besar dari nol dan kerja yang dilakukan oleh gas harus positif sehingga energi internal harus berkurang ($Q=0$, $\Delta U=-W$), b). *Pada proses ekspansi-bebas, berdasarkan hukum I termodinamika maka entropi sama, kerja yang dilakukan positif dan energi internal berkurang karena digunakan untuk melakukan kerja.* Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu pada proses ekspansi-bebas, entropi bertambah, tidak ada kerja yang dilakukan dan energi internal tetap sama, c). *Proses tidak ada perpindahan kalor neto antara sistem dan lingkungan merupakan proses isothermal karena suhu konstan sehingga tidak ada perpindahan kalor neto antara sistem dan lingkungan,* d). *Proses tidak ada perpindahan kalor neto antara sistem dan lingkungan merupakan proses siklus karena siklus kembali ke titik semula sehingga tidak ada perpindahan kalor neto antara sistem dan lingkungan.* Konsep benar mengenai

pernyataan c) dan d) yaitu proses tidak ada perpindahan kalor neto antara sistem dan lingkungan merupakan proses adiabatik, dan e). *Pada saat piston dipanaskan maka ada pengaruh suhu sehingga terjadi proses isothermal.* Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu pada saat piston dipanaskan maka ada pengaruh penambahan volume dan suhu sehingga terjadi proses isobarik.

b. Konsep Hukum II Termodinamika

Pada konsep hukum II termodinamika miskonsepsi yang terjadi mencapai 9,5%. Alasan jawaban mahasiswa yang dikategorikan sebagai miskonsepsi pada konsep hukum II termodinamika, antara lain: a). *Entropi semua sistem yang tidak ada pertukaran energi dengan lingkungan harus tetap.* Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu energi semua sistem yang tidak ada pertukaran energi dengan lingkungan lebih besar atau sama dengan nol, b). *Proses setelah tercapainya kesetimbangan pada saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka entropi benda padat yang bersuhu awal lebih tinggi akan bertambah,* c). *Proses setelah tercapainya kesetimbangan pada saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka entropi benda padat yang bersuhu awal lebih tinggi dan lebih rendah tetap.* Konsep benar mengenai pernyataan b) dan c) yaitu proses setelah tercapainya kesetimbangan pada saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka entropi benda padat yang bersuhu awal lebih rendah dan entropi sistem gabungan dua benda padat akan bertambah sedangkan entropi benda padat yang bersuhu awal lebih tinggi akan berkurang, dan d). *Selama mesin Carnot adalah mesin reversibel maka 100% efisien karena dapat kembali ke keadaan semula.* Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu tidak ada mesin yang 100% efisien.

c. Konsep Diagram P-V

Pada konsep diagram P-V, miskonsepsi yang terjadi mencapai 3%. Alasan jawaban mahasiswa yang dikategorikan sebagai miskonsepsi pada konsep diagram P-V, antara lain: a). *Pada diagram P-V yang ditampilkan, energi internal akhir gas lebih kecil daripada energi internal awal karena sudah melakukan kerja dalam satu siklus.* Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu pada proses siklus diagram P-V energi internal akhir sama dengan energi internal awal, b). *Pada diagram P-V yang ditampilkan, kerja neto yang dilakukan oleh gas dalam satu siklus lengkap adalah nol karena kembali ke titik semula.* Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu pada diagram P-V yang ditampilkan, kerja neto yang dilakukan oleh gas dalam satu siklus lengkap adalah negatif, c). *Pada diagram P-V yang ditampilkan, entropi akhir gas*

lebih kecil daripada entropi awal karena sudah melakukan kerja dalam satu siklus, d). Pada diagram P-V yang ditampilkan, entropi akhir gas lebih besar daripada entropi awal karena mengalami peningkatan. Konsep benar mengenai pernyataan c) dan d) yaitu pada proses siklus diagram P-V entropi akhir sama dengan entropi awal, e). Pada diagram P-V yang ditampilkan, tidak ada perpindahan kalor neto untuk proses siklus. Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu pada diagram P-V yang ditampilkan perpindahan kalor neto keluar dari gas, f). Pada diagram P-V yang ditampilkan, $Q_1=Q_2$ karena jumlah kerja yang dilakukan kedua proses sama yang dimulai pada titik awal dan akhir yang sama. Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu kerja yang dilakukan oleh sistem pada diagram P-V tidak hanya ditentukan oleh keadaan awal dan akhir tetapi juga ditentukan oleh keadaan proses dan lintasannya, g). Pada diagram P-V yang ditampilkan, jika ada proses adiabatik maka tidak ada perpindahan kalor. Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu ada perpindahan kalor neto ke gas karena perpindahan kalor pada diagram P-V ditentukan oleh keadaan sistem dan prosesnya, dan h). Nilai kerja yang dilakukan oleh sistem hanya ditentukan oleh keadaan sistem. Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu nilai kerja yang dilakukan oleh sistem ditentukan oleh keadaan sistem dan prosesnya.

d. Konsep Proses Reversibel

Pada konsep proses reversibel, miskonsepsi yang terjadi mencapai 1,6%. Alasan jawaban mahasiswa yang dikategorikan sebagai miskonsepsi pada konsep proses reversibel, antara lain: a). Pada proses ekspansi adiabatik reversibel, entropi gas bertambah karena gas mengembang. Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu pada proses ekspansi adiabatik reversibel, tidak ada perpindahan kalor neto sehingga entropi gas tetap konstan ($Q=0$, $\Delta S=dQ/T$), b). Pada proses kompresi isothermal reversibel, entropi gas bertambah karena volume bertambah. Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu entropi gas berkurang untuk kompresi isothermal reversibel, dan c). Pada diagram P-V reversibel, jika terdapat proses adiabatik maka tidak ada perpindahan kalor neto. Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu tidak semua pada diagram P-V reversibel, jika terdapat proses adiabatik maka tidak ada perpindahan kalor neto karena pada diagram P-V reversibel juga ditentukan oleh keadaan sistem dan lintasannya.

e. Konsep Proses Ireversibel

Pada konsep proses ireversibel, miskonsepsi yang terjadi mencapai 3%. Alasan jawaban mahasiswa yang dikategorikan sebagai miskonsepsi pada konsep proses ireversibel, antara lain: a). Proses akhir ketika kesetimbangan

termal tercapai saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi maka energi internal sistem gabungan dua benda padat bertambah, b). Proses akhir ketika kesetimbangan saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka energi internal benda padat yang suhu awalnya lebih tinggi bertambah. Konsep benar mengenai pernyataan a) dan b) yaitu proses akhir ketika kesetimbangan termal tercapai saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi maka energi internal sistem gabungan dua benda padat akan tetap, dan c). Pada proses ireversibel, entropi tidak berubah. Konsep benar mengenai pernyataan ini yaitu pada proses ireversibel, entropi harus lebih besar dari nol.

Mahasiswa yang telah mendapatkan pengalaman kognitif mengenai konsep termodinamika sebelumnya kemudian diuji dengan instrumen pilihan ganda beralasan terbuka menunjukkan masih banyak mahasiswa yang mengalami miskonsepsi. Tingginya miskonsepsi tersebut diduga berasal dari tidak sampainya pemahaman yang diterima selama mahasiswa mengikuti proses pembelajaran. Abraham (1992) menjelaskan bahwa mahasiswa dalam memahami konsep dapat dipengaruhi oleh pengalaman mental dan kognitif dari masing-masing mahasiswa baik dari proses pembelajaran formal maupun informal.

Miskonsepsi atau kesalahan pemahaman dapat terjadi karena salah dalam menghubungkan suatu konsep dengan konsep-konsep yang lain, antara konsep baru dan konsep yang sudah ada dalam pikiran mahasiswa sehingga terbentuk konsep yang salah. Adrianus, dkk., (2015) mengemukakan bahwa miskonsepsi juga dapat disebabkan oleh *reasoning* atau penalaran yang tidak lengkap atau salah. Alasan yang tidak lengkap dapat disebabkan karena informasi yang diperoleh atau data yang didapatkan tidak lengkap. Akibatnya, mahasiswa menarik kesimpulan secara salah dan menyebabkan miskonsepsi.

Temuan penelitian pemahaman konsep termodinamika sejalan dengan penelitian pada topik fisika lainnya. Adrianus, dkk., (2015) melakukan penelitian tentang pemahaman konsep termodinamika mahasiswa FMIPA Universitas Negeri Gorontalo. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa pemahaman konsep mahasiswa pada materi termodinamika dinilai masih rendah dengan diperolehnya rata-rata skor pemahaman mahasiswa sebesar 6,16%, terdapat miskonsepsi sebesar 4,32% dan tidak paham konsep sebesar 89,52%. Pratiwi (2016) melakukan penelitian mengidentifikasi karakteristik konsep termodinamika mahasiswa prodi pendidikan fisika Universitas Kanjuruhan Malang. Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa mahasiswa yang memahami konsep dengan benar masih

tergolong rendah dengan diperolehnya rata-rata skor sebesar 29,68%, sedangkan 70,32% mengalami miskonsepsi. Studi pendahuluan terhadap subjek penelitian, mahasiswa prodi pendidikan fisika Unikama, diketahui sebesar 66,67% tidak memahami konsep gas ideal (Pratiwi, 2016).

Dari beberapa hasil penelitian di atas dapat dilihat bahwa miskonsepsi dapat terjadi pada semua orang. Hasil ini tentu saja secara umum akan mempengaruhi mutu pendidikan jika miskonsepsi yang terjadi pada mahasiswa calon guru tidak segera diatasi, karena bisa saja akan terjadi rambatan miskonsepsi. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi mengenai pemahaman konsep mahasiswa sehingga guru atau dosen dapat mengidentifikasi tentang pemahaman konsep mahasiswa serta melakukan pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa.

PENUTUP

Berdasarkan analisis data hasil penelitian dan pembahasan mengenai pemahaman konsep mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sriwijaya pada materi termodinamika, dapat disimpulkan bahwa pemahaman konsep mahasiswa pada materi termodinamika dinilai masih rendah, hal ini dibuktikan dengan diperolehnya skor rata-rata persentase pemahaman konsep mahasiswa sebesar 27,66%. Analisis lanjutan didapat bahwa tingkat pemahaman konsep mahasiswa terdiri dari paham konsep sebesar 7,82%, paham konsep sebagian 27,72%, paham konsep sebagian disertai miskonsepsi sebesar 26,1%, miskonsepsi utuh sebesar 4,62% dan tidak paham konsep sebesar 33,74%; terdapat miskonsepsi yang dialami mahasiswa pada konsep hukum I termodinamika sebesar 6%, konsep hukum II termodinamika sebesar 9,5%, konsep diagram P-V sebesar 3%, konsep proses reversibel sebesar 1,6% dan konsep proses ireversibel sebesar 3%; serta terdapat bentuk-bentuk miskonsepsi pada seluruh konsep termodinamika yang diujikan, diantaranya: pada diagram P-V, tidak ada perpindahan kalor neto untuk proses siklus; pada diagram P-V, $Q_1=Q_2$ karena jumlah kerja yang dilakukan kedua proses sama yang dimulai pada titik awal dan akhir yang sama; nilai kerja yang dilakukan oleh sistem hanya ditentukan oleh keadaan sistem; dan proses akhir ketika kesetimbangan saat dua benda padat diletakkan saling bersentuhan dalam satu kotak terisolasi, maka energi internal sistem gabungan dua benda padat bertambah.

Disarankan penelitian lanjutan untuk mengungkap latar belakang terjadinya miskonsepsi, dan mencoba berbagai strategi pembelajaran guna meremediasi miskonsepsi pada siswa/mahasiswa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd dan Syuhendri, Ph.D sebagai pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan artikel ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya, Prof. Sofendi, M.A., Ph.D., selaku Dekan FKIP Unsri, Dr. Ismet, S.Pd., M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and Misunderstanding of Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(2): 105-120.
- Anderson, E. E., Taraban, R., & Sharma, M. P. (2005). Implementing and Assessing Computer-based Active Learning Materials in Introductory Thermodynamics. *Int. J. Engng Ed.* 21(6): 1168-1176.
- Adrianus, Arbie, A., & Nuayi, A. W. (2015). Analisis Konsepsi Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika pada Materi Termodinamika. *KIM Fakultas Matematika dan IPA*. 3(3).
- Brown, B. R. (2015). Developing and Assessing Research-Based Tools for Teaching Quantum Mechanics and Thermodynamics. *Disertasi*. United State: University of Pittsburgh.
- Brown, B. R., & Singh, C. (2015). Physport: Assessment Survey of Thermodynamic Processes and First and Second Laws (STPFaSL). <https://www.physport.org/-assessments/assessment.cfm?l=158&A=STPFaSL>. Diakses pada 11 Desember 2016.
- Calik, M., & Ayas, A. (2005). A Cross-Age Study on The Understanding of Chemical Solutions and Their Components. *International Education Journal*. 6(1): 30-41.
- Hassan, O., & Mat, R. (2005). A Comparative Study of Two Different Approaches in Teaching Thermodynamics. Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, UTM-JB. Disajikan dalam *Proceedings of the 2005 Regional Conference on Engineering Education*, 12-13 Desember 2005, Johor, Malaysia.

- Himah, E. F., Bektiarso, S., & Prihandono, T. (2015). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) disertai Metode Pictorial Riddle dalam Pembelajaran Fisika Di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 4(3): 261-267.
- Iriyanti, N. P., Mulyani, S., & Ariani, S. R. D. (2012). Identifikasi Miskonsepsi pada Materi Pokok Wujud Zat Siswa Kelas VII SMP Negeri 1 Bawang Tahun Ajaran 2009/2010. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 1(1): 8-13.
- Junglas, P. (2006). Simulation Programs for Teaching Thermodynamics. *Global J. Of Engng. Educ.* 10(2): 175-180.
- Kamelta, E. (2013). Pemanfaatan Internet oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. *Cived*. 1(2): 142-146.
- Kementrian Pendidikan Nasional Indonesia. (2007). Naskah Akademik Kajian Kebijakan Kurikulum Mata Pelajaran IPA Pusat Kurikulum Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pendidikan Nasional 2007. <http://www.academia.edu/5782888/naskah-akademik-kajian-kebijakan-kurikulum-mata-pelajaran-ipa-pusat-kurikulum-badan-penelitian-dan-pengembangan-departemen-pendidikan-nasional-2007>. Diakses pada Juni 2017.
- Kulkarni & Tambade. (2013). Assessing The Conceptual Understanding about Heat and Thermodynamics at Undergraduate Level. *European J of Physics Education*. 4(2): 9-16.
- McKagan, S. (2011). Physport. <https://www.physport.org/webdocs/About.cfm>. Diakses pada 11 Desember 2016.
- Mulop, N., Yusof, K. M., & Tasir, Z. (2012). A Review on Enhancing The Teaching and Learning of Thermodynamics. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 56, 2012. (56): 703-712.
- Pratiwi, H. Y. (2016). Pengembangan Instrumen Tes Pilihan Ganda untuk Mengidentifikasi Karakteristik Konsep Termodinamika Mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika Universitas Kanjuruhan Malang. *Jurnal Inspirasi Pendidikan*. 6(2): 842-850.
- Rahayu, A. (2014). Pengembangan SSP Berbasis Model Learning Cycle untuk Meningkatkan Keterampilan Proses dan Pemahaman Konsep Fisika. *Jurnal Pendidikan Sains*. 2(2): 4-19.
- Sugianti, P. (2005). Penerapan Teori Multiple Intelligence dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Penabur*. 5(5): 29-42.
- Syuhendri, S. (2010). Pembelajaran Perubahan Konseptual: Pilihan Penulisan Skripsi Mahasiswa. *Forum MIPA*. 3(2): 133-140.
- Syuhendri, S. (2014). Konsepsi Alternatif Mahasiswa pada Ranah Mekanika: Analisis untuk Konsep Impetus dan Kecepatan Benda Jatuh. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*. 1(1): 56-67.
- Syuhendri, S. (2017). A Learning Process Based on Conceptual Change Approach to Foster Conceptual Change in Newtonian Mechanics. *Journal of Baltic Science Education*. 16(2): 228-240.
- Ulya, S., Hindarto, N., & Nurbaiti, U. (2013). Keefektifan Model Pembelajaran Guided Inquiry Berbasis Think Pair Share (TPS) dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Kelas XI SMA. *Unnes Physic Education Journal*. 2(3): 17-23.