

ANALISIS KEMAMPUAN REPRESENTASI MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH HUKUM PERTAMA TERMODINAMIKA

Analysis of Student Representation Ability in Solving First Law Problems of Thermodynamics

Windi Rianti Dai, Nurjannah

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia
windyrianti12345@gmail.com

Kata Kunci

Kemampuan
Representasi
Menyelesaikan
Masalah
Hukum Pertama
Termodinamika

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan representasi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah termodinamika. Waktu penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2021/2022. Metode penelitian ini merupakan penelitian campuran (*mix methods*) dengan jenis penelitian *explanatory sequential mixed methods*. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan fisika angkatan 2020 di program studi pendidikan fisika, universitas tadulako, sebanyak 15 orang. Responden dalam penelitian ini adalah subjek penelitian terpilih yang mewakili tiga kategori yaitu tinggi, sedang, dan rendah sebanyak 3 orang. Instrumen tes kemampuan penyelesaian masalah menggunakan representasi mahasiswa berupa tes esai yang telah divalidasi oleh validator ahli. Perolehan hasil tes kemampuan penyelesaian masalah menggunakan representasi menunjukkan bahwa skor rata-rata untuk 15 orang subjek penelitian sebesar 59,13 dan standar deviasi 6,39. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung lemah dalam menyelesaikan soal dengan format representasi grafik dan matematis. Format representasi yang dominan dikuasai oleh mahasiswa yaitu format representasi verbal. Kemampuan konsep mahasiswa khususnya pada representasi harus lebih ditingkatkan dengan membiasakan mahasiswa untuk menyelesaikan soal dengan bentuk representasi yaitu verbal, grafik dan matematis pada pembelajaran.

Keywords

Representation skills
Problem Solving
First Law of
Thermodynamics

Abstract

The research was meant to analyze the student's ability to representation the problem of thermodynamics. Research time was done on the oddity of the school year 2021/2022. This method of study is a mixed study with a type of explanatory sequential mixed items. The subject of this study is the 2020 class of physical education students in the physics education study program, the university of tadulako as many as 15 people. The respondents in this study are the subject of a selected study that represents three strategies of high, moderate, and low as many as three. The problem-solving test instruments use student representation of the essay tests the lab was botched by the validator able The acquisition of the problem-solving skill test using representation shows that the average score for 15 human research subjects is 59.13 and deviation of 6.39. Research shows that students tend to be weak in resolving problems with graphic and mathematical representation. The dominant representation format is dominated by the student's verbal representation ability, the concept of the student in particular on the representation should be enhanced by getting the student to solve the problem with the representation form of verbal, mathematical paragraph on learning.

©2023 The Author
p-ISSN 2338-3240
e-ISSN 2580-5924

Received 10/01/2023; Revised 13/02/2023; Accepted 02/03/2023; Available Online 30/04/2023

*Corresponding Author: fisika@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Ilmu Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang materi, energi, dan fenomena alam. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa Fisika merupakan salah satu mata pelajaran sulit karena banyak rumus dan hitungan [1]. Salah satu materi fisika yang dianggap sulit oleh siswa maupun mahasiswa namun menjadi dasar berbagai bidang ilmu adalah hukum termodinamika. Termodinamika merupakan salah satu cabang ilmu fisika yang mempelajari tentang energi, panas, kerja, entropi dan kespontanan proses. Materi termodinamika merupakan materi fisika yang terdapat hukum termodinamika nol, hukum pertama, kedua dan ketiga termodinamika serta konsep-konsep yang mengarah pada kehidupan sehari-hari dan pembelajaran [2]. Karakteristik konsep hukum termodinamika termasuk sulit, seperti banyaknya penerapan rumus yang masih memerlukan perhitungan [3]. Hukum pertama termodinamika terdapat Proses perubahan keadaan gas yang memiliki sifat-sifat khusus (proses isobarik, isotermis, isokhoris, dan adiabatik) yang pada setiap prosesnya terdapat sedikit perbedaan [4]. Oleh karena itu untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang hukum pertama termodinamika, maka hukum pertama termodinamika dapat dijelaskan dalam berbagai bentuk representasi sehingga sangat baik digunakan untuk melihat kemampuan representasi.

Kemampuan representasi merupakan gambaran mental dari seorang mahasiswa maupun siswa dalam proses belajar. Kemampuan representasi yang beragam membuat mahasiswa dapat mengembangkan pemahaman konsep lebih dalam lagi [5]. kemampuan representasi adalah mengkategorikan mode-mode dalam representasi majemuk untuk belajar konsep sains seperti model, analogi, persamaan, grafik, diagram, gambar dan simulasi yang digunakan dalam sains dapat dirujuk sebagai bentuk metafora [6].

Representasi adalah suatu konfigurasi (bentuk atau susunan) yang dapat menggambarkan, mewakili, dan melambangkan sesuatu dalam suatu cara [7]. multi representasi adalah model yang merepresentasikan ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda [8] sedangkan representasi tunggal adalah merepresentasikan kembali suatu bentuk representasi ke bentuk representasi yang sama atau ke salah satu bentuk representasi [9]. Penggunaan representasi pada konsep sains yang kompleks membawa manfaat untuk membantu

pemahaman konsep mahasiswa dalam menyelesaikan masalah-masalah yang ditemukan di materi hukum pertama termodinamika [10].

Penyelesaian masalah adalah suatu proses terencana yang perlu dilaksanakan agar memperoleh penyelesaian tertentu dari sebuah masalah yang mungkin tidak didapat dengan segera. Situasi dikatakan masalah bagi seseorang jika ia menyadari keberadaan situasi tersebut, mengakui bahwa situasi tersebut memerlukan tindakan dan tidak dengan segera menemukan penyelesaian [11]. Masalah dapat diartikan sebagai pertanyaan yang harus dijawab pada saat itu, sedangkan kita tidak mempunyai rencana solusi yang jelas [12]. Masalah yang sering ditemukan dalam pembelajaran hukum pertama termodinamika yaitu kurangnya pemahaman konsep mahasiswa tentang materi proses perubahan gas sehingga sering terjadi kekeliruan dalam memahami maksud dari soal yang mengakibatkan terjadi kesalahan dalam memasukan rumus. Representasi dibutuhkan dalam penyelesaian masalah karena mahasiswa dapat mengembangkan dan mengkomunikasikan pemikiran mahasiswa tentang pemahaman konsep yang telah dipelajarinya serta mahasiswa dapat menunjukkan kemampuannya dalam menyelesaikan masalah berdasarkan pemahaman konsep yang dimilikinya [13].

Penelitian yang mengkaji tentang pemahaman konsep fisika pada materi termodinamika menggunakan representasi grafis, Penelitian ini memfokuskan penelitiannya pada pemahaman konsep mahasiswa dalam menggunakan representasi grafis dengan metode pengumpulan data yaitu metode survey [14]. Penelitian yang memfokuskan pada kemampuan penggunaan representasi dalam menyelesaikan soal-soal Termodinamika didasarkan pada pemahaman mahasiswa tentang materi hukum pertama Termodinamika belum ditemukan. Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti memfokuskan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan penggunaan representasi dalam menyelesaikan soal-soal pada Hukum Pertama Termodinamika didasarkan pada pemahaman mahasiswa tentang materi Hukum Pertama Termodinamika dan pada penelitian ini peneliti menggunakan metode campuran.

Penelitian ini memiliki beberapa perbedaan dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini, peneliti memfokuskan penelitiannya pada kemampuan representasi mahasiswa menggunakan soal tes esai pada hukum pertama termodinamika dengan menggunakan

metode campuran, sedangkan peneliti sebelumnya memfokuskan penelitiannya pada pemahaman konsep mahasiswa menggunakan representasi grafis dengan menggunakan metode pengumpulan data survey.

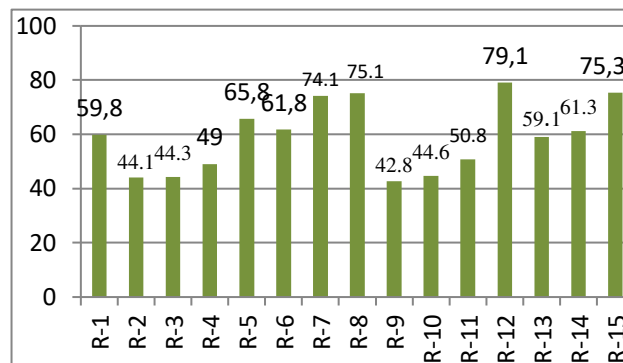
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian campuran dengan jenis penelitian yang digunakan yaitu *explanatory sequential mixed methods*. Penelitian campuran merupakan pendekatan penelitian yang mengkombinasikan antara penelitian kualitatif dan kuantitatif[15] Penelitian ini dilaksanakan pada Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako, dan waktu penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2021/2022. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan fisika angkatan 2020 yang berjumlah 15 orang dan responden diambil dari subjek penelitian yang hasil jawaban tesnya mewakili tiga kategori tinggi, sedang, dan rendah yang berjumlah 3 orang. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu pada tahap pertama pengumpulan data kuantitatif dengan memberikan tes kemampuan representasi mahasiswa yang berupa tes esai, dan tahap kedua yaitu pengumpulan data kualitatif dengan melakukan wawancara pada responden penelitian. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu tes kemampuan representasi dan pedoman wawancara. Teknik analisa data pada penelitian ini yaitu teknik analisa data kuantitatif dan kualitatif. Teknik analisa data kuantitatif yaitu pengolahan data dengan menghitung nilai analisis mahasiswa perbutir soal, keseluruhan soal, nilai rata-rata dan standar deviasi, sedangkan teknik analisa data kualitatif yaitu mereduksi data dan menarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pada tahap ini, peneliti memberikan tes kemampuan representasi kepada subjek penelitian yang berjumlah 15 orang kemudian hasil tes representasi yang diberikan akan dianalisis peneliti untuk menentukan tiga orang subjek penelitian yang mewakili tiga kategori tinggi, sedang rendah yang akan menjadi responden penelitian yang akan diwawancara. Hasil penelitian ini setelah dianalisis yaitu diperoleh skor rata-rata subjek penelitian sebesar 59,13 dan standar deviasi sebesar 6,07. Hasil perolehan nilai ini dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut



Gbr 1 Perolehan nilai subjek penelitian setelah mengerjakan tes kemampuan penyelesaian masalah dalam menggunakan representasi

Pada Gambar 1 menjelaskan tentang perolehan nilai subjek penelitian setelah mengerjakan tes penyelesaian masalah menggunakan representasi. Perolehan nilai representasi verbal termasuk dalam kategori cukup karena sebagian subjek penelitian menjawab dengan benar dan lengkap serta sebagian lagi menjawab benar namun belum lengkap. Perolehan nilai menunjukkan bahwa pada representasi verbal perolehan nilai subjek penelitian termasuk pada kategori tinggi karena sebagian besar menjawab soal dengan benar sedangkan pada representasi grafik dan matematis termasuk pada kategori kurang karena sebagian besar subjek penelitian menjawab salah dan sebagian menjawab benar namun tidak lengkap serta adapula yang tidak menjawab sama sekali.

Pada Gambar 1 telah diketahui nilai akhir, nilai rata-rata dan standar deviasi subjek penelitian sehingga dapat ditentukan responden penelitian dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah. Adapun rekapitulasi nilai mahasiswa dalam kategori dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Mahasiswa dalam Kategori

Kategori	Nama Mahasiswa	Nilai
Tinggi	R-12	79,1
Sedang	R-1	59,8
Rendah	R-9	42,8

Pada Tabel 1 tabel ini menjelaskan tentang perolehan nilai dari subjek penelitian yang memenuhi syarat menjadi responden penelitian yang akan diwawancara. Subjek penelitian yang terpilih menjadi responden penelitian yang akan diwawancara yaitu kategori tinggi R-12, kategori sedang R-1, dan kategori rendah R-9.

Data hasil wawancara atau data kualitatif yang dikumpulkan dari responden penelitian secara ringkas terdapat pada tabel 2.

Tabel 2 Temuan Hasil Wawancara Terkait Masalah dalam Menyelesaikan Tes Representasi

Masalah yang terdapat dalam pengerjaan soal	R-12	R-1	R-9
Kurang memahami materi atau konsep	✓		
Kesulitan dalam menganalisis soal	✓	✓	
Kekeliruan memilih persamaan		✓	✓
Kesulitan dalam menganalisis representasi dalam soal		✓	✓

Pada Tabel 2 tentang ringkasan keseluruhan hasil wawancara pada tiga orang responden penelitian yaitu terdapat beberapa masalah yang diketahui setelah dilakukan wawancara diantaranya, masalah yang dihadapi responden R-12 pada saat pengerjaan soal yaitu kurang memahami konsep dan materi serta kesulitan dalam menganalisis soal. Masalah yang dihadapi R-1 yaitu kesulitan dalam menganalisis soal, kekeliruan dalam memilih persamaan dan kesulitan dalam menganalisis representasi dalam soal. masalah yang dihadapi R-9 yaitu kekeliruan dalam memilih persamaan dan kesulitan dalam menganalisis representasi dalam soal.

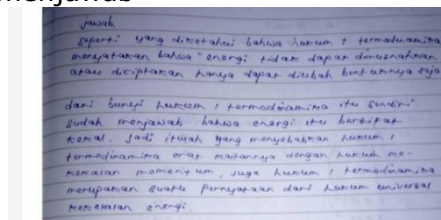
Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan representasi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah hukum pertama termodinamika, dengan menggunakan tiga bentuk representasi yaitu verbal, grafik, dan matematis. Kemampuan representasi merupakan sesuatu yang dapat dilakukan mahasiswa untuk menggambarkan suatu bentuk representasi ke bentuk representasi yang lain. Representasi yang dibuat mahasiswa merupakan ungkapan dari ide-ide yang ditampilkan mahasiswa dalam upaya mencari solusi dari masalah yang dihadapinya. Terdapat tiga dan empat bentuk representasi yang digunakan pada penelitian sebelumnya, penelitian Suparmi dan Dadang menggunakan empat bentuk representasi yaitu representasi verbal, grafik, matematis, dan diagram. Hasil dari ide-ide yang ditampilkan mahasiswa berjumlah 15 orang sebagai subjek penelitian diperoleh hasil dalam bentuk data dan bentuk wawancara kepada tiga orang subjek penelitian yang terpilih menjadi responden penelitian. Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukan bahwa tingkat pemahaman konsep pada hukum pertama termodinamika yang dimiliki

mahasiswa sangat beragam. Namun, beberapa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam menentukan persamaan dan representasi yang akan digunakan dalam menyelesaikan soal karena kesulitan dalam memahami soal. Hasil penelitian data kuantitatif didukung dengan hasil wawancara yang merupakan data kualitatif dari perwakilan 3 orang responden dengan kategori nilai tinggi, sedang, dan rendah. Adapun hasil dari soal yang diperoleh disajikan dalam uraian berikut:

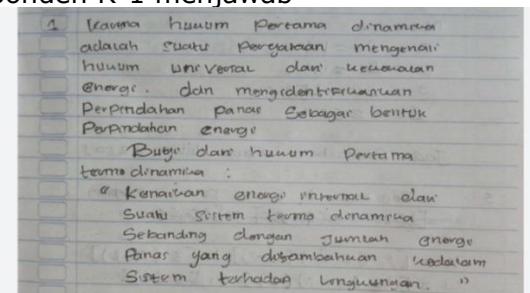
a. Representasi Verbal

➤ Pada soal nomor 1 responden R-12 menjawab



Gambar 2 kutipan jawaban nomor 1 responden R-12 menggunakan representasi verbal

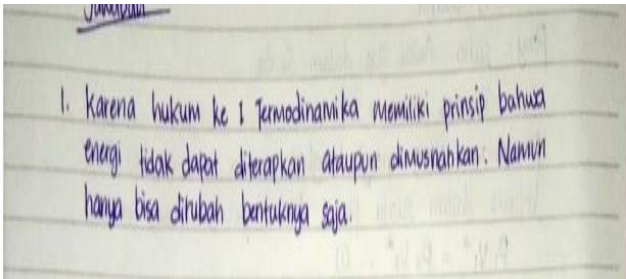
Pemahaman responden R-12 pada soal tentang hukum pertama termodinamika dalam bentuk verbal. Pada soal nomor 1 jawaban responden benar karena dalam menjawab soal responden dapat menganalisis maksud dari soal dan responden memahami konsep hukum pertama termodinamika. Pada soal nomor 1 responden R-1 menjawab



Gambar 3 kutipan jawaban nomor 1 responden R-1 menggunakan representasi verbal

Pemahaman responden R-1 pada soal tentang hukum pertama termodinamika dalam bentuk verbal. Pada soal nomor 1 jawaban responden benar akan tetapi belum begitu lengkap karena responden hanya fokus menjelaskan bunyi dari hukum pertama termodinamika.

➤ Pada soal nomor 1 responden R-9 menjawab

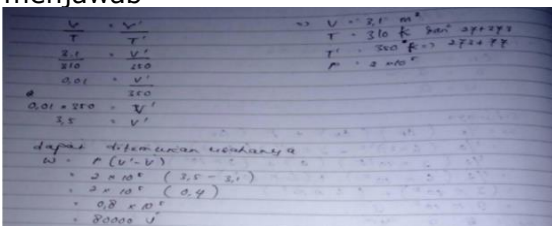


Gambar 4 kutipan jawaban nomor 1 responden R-9 menggunakan representasi verbal

Pemahaman responden R-9 pada soal tentang hukum pertama termodinamika dalam bentuk verbal. Pada soal nomor 1 jawaban responden benar akan tetapi belum begitu lengkap.

b. Representasi Matematis

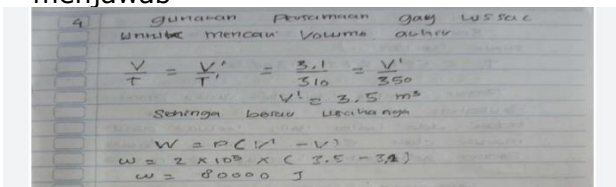
➤ Pada soal nomor 4 responden R-12 menjawab



Gambar 5 kutipan jawaban nomor 4 responden R-12 menggunakan representasi matematis

Pemahaman responden R-12 pada soal hukum pertama termodinamika dalam bentuk matematis. Pada soal nomor 4 jawaban responden sudah benar karena responden memahami konsep hukum pertama termodinamika dalam proses isobarik. Pemahaman responden pada soal nomor 4 ini sangat baik karena responden mampu menganalisis soal dan menentukan apa yang diketahui dari soal.

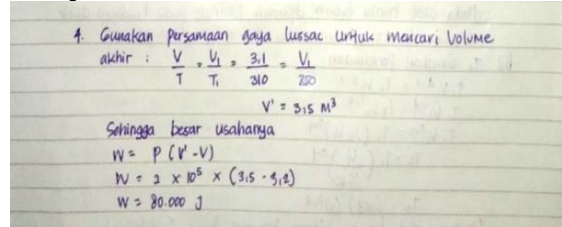
➤ Pada soal nomor 4 responden R-1 menjawab



Gambar 6 kutipan jawaban nomor 4 responden R-1 menggunakan representasi matematis

Pemahaman responden R-1 pada soal hukum pertama termodinamika dalam bentuk matematis. Pada soal nomor 4 jawaban responden sudah benar namun tidak lengkap karena responden tidak menguraikan apa yang diketahui dari soal namun responden langsung menjawab penyelesaian soal tersebut.

➤ Pada soal nomor 4 responden R-9 menjawab

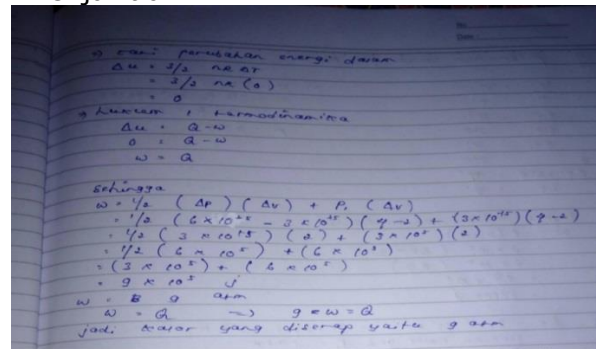


Gambar 7 kutipan jawaban nomor 4 responden R-9 menggunakan representasi matematis

Pemahaman responden R-9 pada soal hukum pertama termodinamika dalam bentuk matematis. Pada soal nomor 4 jawaban responden sudah benar namun tidak lengkap karena responden tidak menguraikan apa yang diketahui dari soal namun responden langsung menjawab penyelesaian soal tersebut.

c. Representasi Grafik

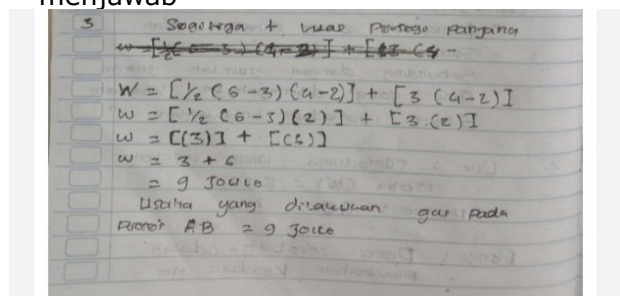
➤ Pada soal nomor 3 responden R-12 menjawab



Gambar 8 kutipan jawaban nomor 3 responden R-12 menggunakan representasi grafik

Pemahaman responden R-12 pada soal hukum pertama termodinamika dalam bentuk grafik yang diubah kedalam bentuk matematis. Pada soal nomor 3 jawaban responden sudah benar karena responden memahami konsep hukum pertama termodinamika dan mampu menganalisis grafik yang terdapat pada soal. Pemahaman responden pada soal nomor 3 ini sangat baik mulai dari menganalisis grafik hingga menentukan yang diketahui pada soal.

➤ Pada soal nomor 3 responden R-1 menjawab



Gambar 9 kutipan jawaban nomor 3 responden R-1 menggunakan representasi grafik

Pemahaman responden R-1 pada soal hukum pertama termodinamika dalam bentuk grafik yang diubah kedalam bentuk matematis. Pada soal nomor 3 jawaban responden sudah benar karena responden memahami konsep hukum pertama termodinamika dan mampu menganalisis grafik yang terdapat pada soal namun responden tidak menuliskan apa yang diketahui dari soal dan rumus yang digunakan dalam soal.

➤ Pada soal nomor 3 responden R-9 menjawab

3. Perubahan energi dalam $\Delta u = 0$ maka $q = w$
 Rumus $\rightarrow W = nR \ln \frac{V_2}{V_1}$
 $= 8.314 \ln \frac{1}{2}$
 $= 8.314 \ln 2$
 $= 5762.825 \text{ J}$

Gambar 10 kutipan jawaban nomor 3 responden R-9 menggunakan representasi grafik

Pemahaman responden R-9 pada soal hukum pertama termodinamika dalam bentuk grafik yang diubah kedalam bentuk matematis. Pada soal nomor 3 jawaban responden salah karena responden tidak dapat menganalisis soal sehingga responden salah dalam menentukan persamaan yang mengakibatkan responden salah dalam menyelesaikan soal.

Jawaban responden penelitian di atas menunjukkan bahwa dalam menyelesaikan soal representasi verbal dan hasil wawancara responden mampu menyelesaikan soal dan dalam menyelesaikan soal responden tidak mengalami kesulitan. Dalam menyelesaikan soal representasi matematis responden mengaku mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal namun responden mampu menyelesaikan soal setelah memahami maksud dari soal dengan membaca beberapa kali soal tersebut. Hal ini dikarenakan pada saat responden penelitian membaca soal berulang kali, responden penelitian mulai memahami maksud dari soal sehingga responden mampu menguraikan masalah matematik dan menentukan rumus yang digunakan untuk menyelesaikan soal yang didasari pada pengetahuan responden tentang representasi matematis dan pemahaman konsep hukum pertama termodinamika yang dimiliki responden. Sedangkan dalam menyelesaikan soal representasi grafik yang diubah kedalam matematis dan hasil wawancara, ketiga

responden penelitian mengaku mampu menyelesaikan soal dengan benar namun hanya saja terjadi kesalahan dalam menentukan persamaan yang digunakan dalam menyelesaikan soal tersebut. Hal ini dikarenakan kurangnya pemahaman responden tentang hukum pertama termodinamika dan representasi grafik.

Untuk lebih meningkatkan kemampuan konsep mahasiswa khususnya pada representasi, mahasiswa harus lebih dibiasakan untuk menyelesaikan soal dengan format representasi yang beragam seperti verbal, grafik, dan matematis pada pembelajaran, dengan menggunakan berbagai representasi dalam pembelajaran akan lebih menunjang untuk penguatan dan peningkatan pemahaman konsep mahasiswa itu sendiri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pada saat dilakukan wawancara terdapat beberapa masalah yang dialami responden penelitian diantaranya yaitu responden kurang memahami konsep, kesulitan dalam menganalisis soal, kekeliruan memilih persamaan, dan kesulitan dalam menganalisis representasi pada soal. Bentuk representasi yang mudah mahasiswa selesaikan yaitu bentuk representasi verbal, pada representasi verbal mahasiswa dapat menyelesaikan soal dengan benar karena mahasiswa memahami konsep dari hukum pertama termodinamika, sedangkan pada bentuk representasi matematis dan grafik terdapat beberapa mahasiswa yang tidak dapat menyelesaikan suatu persoalan karena kesalahan dalam menentukan persamaan serta salah dalam menganalisis grafik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suparno. (2009). Keterampilan Dasar Menulis, Jakarta: Universitas Terbuka.
- [2] Meltzer, D. E. (2004). Investigation Of Student Reasoning Regarding Heat, Work, and the first law of Thermodynamics in an Introductory Calculus-based General Physics Course. *Am. J. Phys.* 72 (11).
- [3] Yusro. (2015). *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*. 2 (2) : 61-66
- [4] Loverude, M. E., Kautz, C. H., Heron, P.R.L. (2002). *Student Understanding of the first law of Thermodynamics: Relating work to the adiabatic compression of an ideal gas.* *A.M. J. Phys.* 70 (2)
- [5] Komea, R.A., Djeli A. Tulandi., dan Anneke T. Rondonuwu. (2020). Pengaruh Pendekatan Multirepresentasi Terhadap Hasil Belajar Fisika Dasar Mahasiswa Pada Materi Hukum 1 Termodinamika.

- Jurnal Sains, Matematika, dan Edukasi. Pendidikan Fisika FMIPA UNIMA.
- [6] Chandrasegaran, A. L., Treagus, D. F mucerino, M. (2008). *The development of two-tier Multiple-choice diagnostic Instrumen for Evaluating Secondary School Students Ability to Describe and Explain Chemical Reactions Using Multiple Resrepresentation*, The Royal Society o Chemistry, Chemistry Education Research and practice, 8:293-307
- [7] Goldin, g. A. (2002). Representasion in mhatematical Learning and problem solving. Handbook Of International Research in Mathematics Education (IRME). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.)
- [8] Angell, C., O. Guttersrud, and EK. Henriksen. (2007). *"Multiple representations as framework for a modeling approach to physics education"*. Department of Physics, University of Olso, NORWAY, and Per Morten Kind, School of Education, Durham Univesity, UK.
- [9] Lestyningtyas, D.A., Sutopo., dan Wisodo, H. (2017).Potensi Pendekatan Multirepresentasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Siswa Pada Materi Gelombang Mekanik. *Proseding Seminar Pendidikan IPA 2 (1)*, 166-17.
- [10] Suparmi. (2017). Analisis Pemilihan Representasi Dalam Pemecahan Masalah Hukum II Newton Pada Siswa Kelas XI IPA SMA N 1 PALU. Skripsi Pendidikan Fisika Universitas Tadulako.
- [11] Amalia, S. (2011). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMA. Skripsi Pada FM IKIP Bandung: tidak diterbitkan.
- [12] Chang, M. and Gillbert, J.K. (2009). Towars a Better Utilization of Diagram in Research into the Use of Representative Levels in Chemical Education. *Model and Modeling in Science Education., Multiple Representations in Chemical Education. Springer Science+Bussines Media B.V.p. 55-73*
- [13] Dadang, I Komang Wherdiana, Sahrul Saehana, (2017). Analisis Kemampuan Representasi Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Fisika Pada Materi Hukum III Newton. Jurnal Pendidikan Fisika Online Vol 7, NO 2 : E-Jurnal Pend. Fisika Tadulako.
- [14] P, Risky. (2018). Pemahaman Konsep Fisika pada Materi Termodinamika Mahasiswa Pendidikan Fisika Melalui Representasi Grafis. Fisika FMIPA UNM.
- [15] Cresswell, J. W. (2010). Research design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif dan Mixed. Yogyakarta: PT. Pustaka Belajar.