

BAB V

PEMBAHASAN

A. Presentase tingkat miskonsepsi siswa pada sub-konsep termodinamika : hukum I dan II termodinamika beserta siklus carnot

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai rata-rata presentase tingkat miskonsepsi siswa SMAN 1 Rejotangan pada sub-konsep termodinamika : hukum I dan II termodinamika beserta siklus carnot secara umum adalah 27,65% memahami konsep, 44,48% mengalami miskonsepsi, dan 27,87% tidak memahami konsep. Dari hasil nilai rata-rata tersebut dapat diketahui jika tingkat pemahaman siswa yang paling tinggi berada pada kategori miskonsepsi yaitu sebesar 44,48%. Tingginya tingkat miskonsepsi siswa pada materi termodinamika juga dinyatakan oleh Hestiningtyas Yuli Pratiwi dalam jurnal penelitiannya yang berjudul “Pengembangan instrumen tes pilihan ganda untuk mengidentifikasi karakteristik konsep termodinamika mahasiswa prodi pendidikan fisika universitas kanjuruhan malang” tahun 2016.⁹⁴ Sedangkan untuk tingkat pemahaman siswa yang paling rendah berada pada kategori paham konsep yaitu sebesar 27,65%. Tingginya tingkat miskonsepsi yang dialami siswa serta rendahnya pemahaman konsep siswa menunjukkan bahwa mayoritas siswa masih belum memahami sub-konsep termodinamika : hukum I dan II termodinamika beserta siklus carnot dengan baik, dari 15 butir soal yang diujikan terdapat 3 butir soal dengan presentase

⁹⁴ Hestiningtyas Yuli Pratiwi, ‘Pengembangan Instrumen Tes Pilihan Ganda Untuk Mengidentifikasi Karakteristik Konsep Termodinamika Mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika Universitas Kanjuruhan Malang’, *Pendidikan, Jurnal Inspirasi*, 6.2 (2016), 842–50.

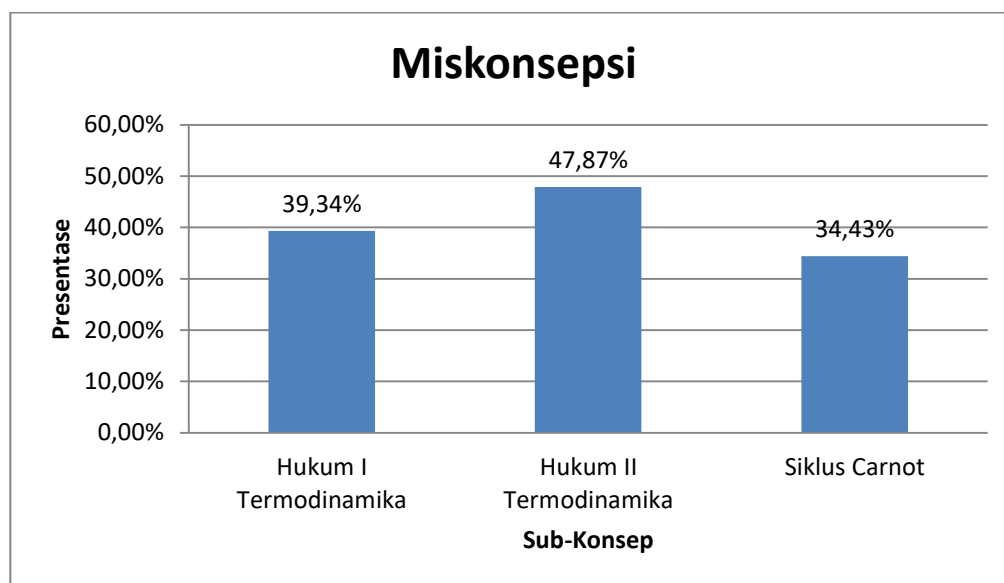
miskonsepsi yang tergolong tinggi yaitu pada butir soal nomor 4, 6, dan 9 dengan presentase $> 63\%$. Untuk lebih jelasnya berikut akan disajikan tabel rata-rata miskonsepsi yang dialami siswa pada setiap sub-konsebnya

Tabel 5.1 Rata-rata Miskonsepsi Yang Dialami Siswa

Sub-Konseb	Indikator	No Soal	Tingkat kognitif	Presentase miskonsepsi
Hukum I Termodina-mika	Mengidentifikasi hukum I termodinamika	1	C1	13,11%
	Mendeskripsikan usaha, kalor, dan energi dalam berdasarkan hukum I termodinamika	2	C1	40,98%
		3	C1	29,51%
	Menentukan perubahan energi dalam terhadap hukum I termodinamika	4	C3	68,85%
	Manganalisis perubahan energi pada hukum I termodinamika	5	C4	44,26%
Rata-rata presentase				39,34%
Hukum II Termodina-mika	Mengidentifikasi hukum II termodinamika	6	C1	70,49%
		7	C1	18,03%
	Menganalisis hukum II termodinamika berdasarkan Postula Kelvin-Planck dan Clausius	8	C4	39,34%
	Menganalisis diagram P-V	9	C4	72,13%
	Mengevaluasi penerapan hukum II termodinamika	10	C5	39,34%
Rata-rata presentase				47,87%
Siklus carnot	Menganalisis proses siklus carnot dalam sebuah sistem dari grafik P-V	11	C4	21,31%
	Menentukan besar usaha yang dilakukan siklus carnot	12	C3	62,30%
	Menganalisis suhu pada siklus carnot saat terjadi perubahan	13	C4	24,59%

	efisiensi			
	Mengecek efisiensi siklus carnot	14	C5	36,07%
		15	C5	27,87%
Rata-rata presentase				34,43%
Rata-rata presentase secara keseluruhan				44,48%

Presentase miskonsepsi siswa pada setiap sub konsepnya secara visual disajikan pada gambar 5.1 berikut :

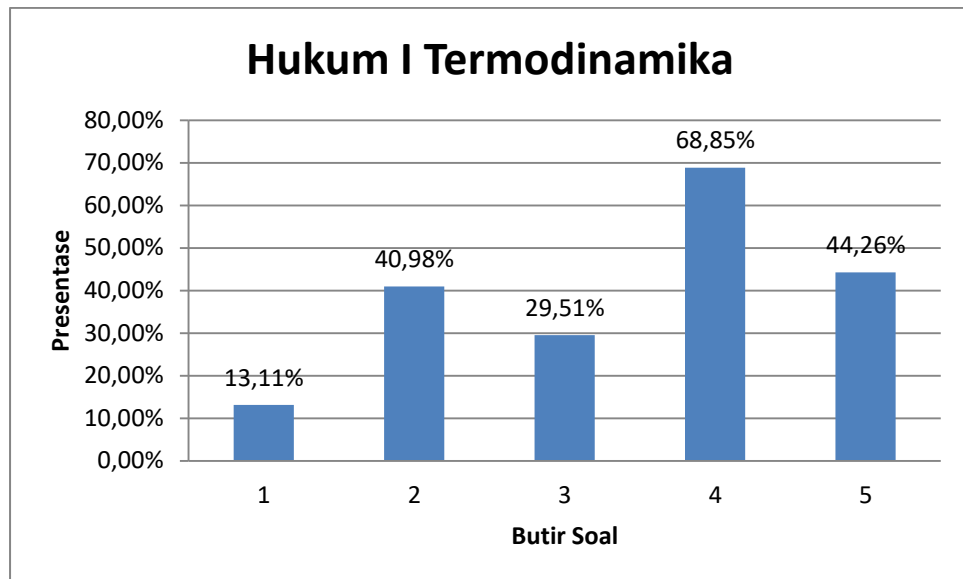


Gambar 5.1 Presentase Miskonsepsi Siswa Tiap Sub-Konsep

Berdasarkan gambar 5.1 diatas terlihat bahwa miskonsepsi oleh siswa terjadi pada seluruh sub-konsep yang diteliti. Presentase rata-rata miskonsepsi paling tinggi berada pada sub-konsep Hukum II Termodinamika sebesar 47,87%, kemudian pada sub-konsep hukum I Termodinamika sebesar 39,34% dan yang paling rendah pada siklus carnot sebesar 34,43%. Presentase miskonsepsi siswa untuk setiap sub-konsepnya dijabarkan lebih detail sebagai berikut :

1. Sub-Konsep Hukum I Termodinamika

Presentase miskonsepsi siswa pada sub-konsep hukum I termodinamika secara visual disajikan pada gambar 5.2 berikut :

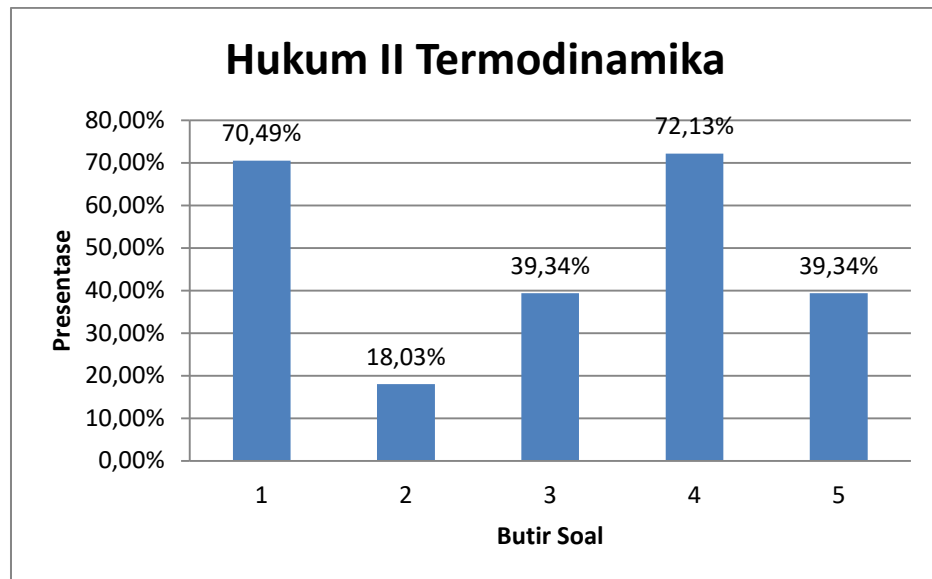


Gambar 5.2 Presentase Miskonsepsi Pada Hukum I Termodinamika

Berdasarkan gambar 5.2 terlihat jika masing-masing soal pada sub-konsep hukum I termodinamika ini memiliki presentase yang berbeda-beda. Presentase miskonsepsi tingkat tinggi terjadi pada butir soal nomor 4 dengan indikator soal menentukan perubahan energi dalam terhadap hukum I termodinamika. Sebanyak 42 siswa mengalami miskonsepsi sehingga presentase miskonsepsi pada butir soal nomor 4 ini adalah 68,85%.

2. Sub-Konsep Hukum II Termodinamika

Presentase miskonsepsi siswa pada sub-konsep hukum II termodinamika secara visual disajikan pada gambar 5.3 berikut :

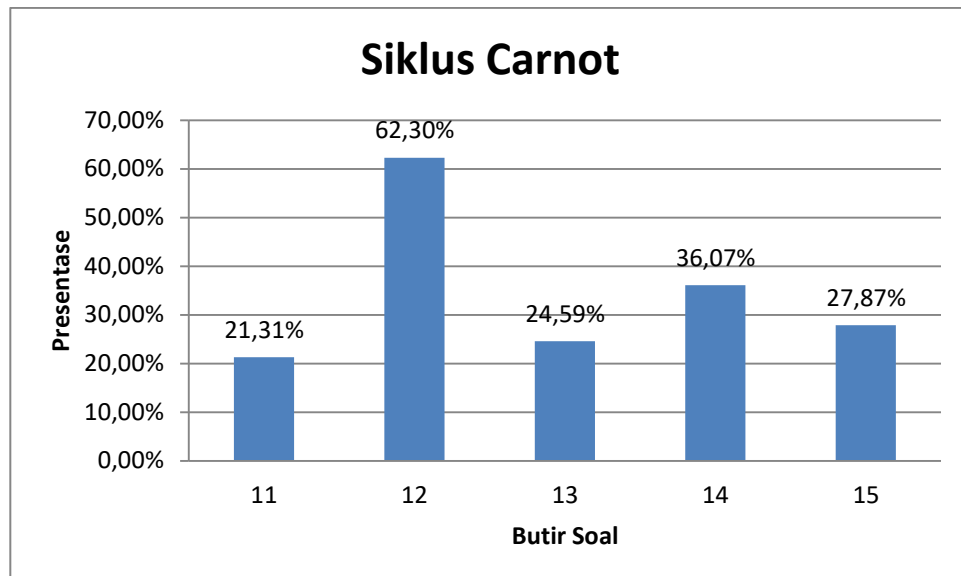


Gambar 5.3 Presentase Miskonsepsi Pada Hukum II Termodinamika

Berdasarkan gambar 5.3 terlihat jika masing-masing soal pada sub-konsep hukum II termodinamika ini memiliki presentase yang berbeda-beda. Presentase miskonsepsi tingkat tinggi terjadi pada butir soal nomor 6 dan 9. Sebanyak 43 siswa mengalami miskonsepsi tingkat tinggi pada butir soal nomor 6 dengan indikator soal mengidentifikasi hukum II termodinamika dengan indikator soal menentukan perubahan energi dalam terhadap hukum II termodinamika sehingga presentase miskonsepsi pada butir soal nomor 6 ini adalah 70,49%. Kemudian sebanyak 44 siswa mengalami miskonsepsi tingkat tinggi pada butir soal nomor 9 dengan indikator menganalisis grafik P-V sehingga presentase miskonsepsi pada butir soal nomor 9 ini adalah 72,13%.

3. Sub-Konsep Siklus Carnot

Presentase miskonsepsi siswa pada sub-konsep siklus carnot secara visual disajikan pada gambar 5.4 berikut :



Gambar 5.4 Presentase Miskonsepsi Pada Siklus Carnot

Berdasarkan gambar 5.4 terlihat jika masing-masing soal pada sub-konsep siklus carnot ini memiliki presentase yang berbeda-beda. Pada sub-konsep ini tidak ditemukan miskonsepsi tingkat tinggi pada setiap butir soalnya. Presentase tertinggi pada sub konsep ini terjadi pada butir soal nomor 12 dengan indikator soal menentukan besar usaha yang dilakukan siklus carnot. Sebanyak 38 siswa mengalami miskonsepsi sehingga presentase miskonsepsi pada butir soal nomor 12 ini adalah 62,30%.

B. Miskonsepsi siswa yang teridentifikasi pada sub-konsep termodinamika : hukum I dan II termodinamika beserta siklus carnot

Dari hasil penelitian didapatkan beberapa miskonsepsi tingkat tinggi yang teridentifikasi pada setiap sub-konsep termodinamika yang diujikan oleh peneliti. Beberapa miskonsepsi yang teridentifikasi dijabarkan secara detail sebagai berikut :

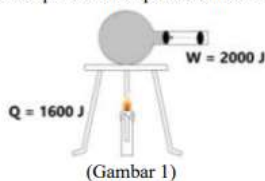
1. Hukum I Termodinamika

Hukum pertama termodinamika adalah suatu pernyataan mengenai hukum universal dari kekekalan energi yang menyatakan jika energi tidak dapat diciptakan atau di musnahkan karena energi hanya dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya.⁹⁵ Berdasarkan hasil penelitian ini, rata-rata miskonsepsi yang terjadi pada sub-konsep hukum I Termodinamika adalah sebesar 39,34%.

Dalam penelitian ini sub konsep hukum I termodinamika diwakili oleh 5 butir soal yaitu nomor 1, 2, 3, 4, dan 5. Dari lima butir soal tersebut diharapkan siswa dapat Mengidentifikasi hukum I termodinamika, Mendeskripsikan usaha, kalor, dan energi dalam berdasarkan hukum I termodinamika, dan Manganalisis perubahan energi pada hukum I termodinamika. Berdasarkan analisis hasil penelitian diketahui jika miskonsepsi tingkat tinggi pada sub konsep ini terjadi pada butir soal no 4 dengan presentase 68,85%. Berikut akan dijabarkan pembahasan soal no 4 sebagai berikut :

⁹⁵ Pujanarsa and Nursut... hal. 25.

- 4 Perhatikan pemanasan gas ideal X seperti terlihat pada Gambar 1.



Suatu gas menyerap kalor sebesar 1600 J dari lingkungannya. Pada saat yang sama usaha sebesar 2000 J diterima sistem. Perubahan energi dalamnya adalah.....

- 400 J
- 200 J
- + 400 J
- + 3600 J**
- _____

Tingkat keyakinan saya dalam memilih jawaban adalah.....

- | | | |
|----------------------|-----------------------|------------|
| a. Amat sangat yakin | b. Sangat yakin | c. yakin |
| d. Tidak yakin | e. Sangat tidak yakin | f. Menebak |

Alasan untuk jawaban saya adalah.....

- Berdasarkan hukum I termodinamika sistem yang melakukan kerja maupun menerima kerja maka usaha (W) selalu bernilai positif (+)
- Berdasarkan hukum I termodinamika sistem yang melakukan kerja maupun menerima kerja maka usaha (W) selalu bernilai negatif (-)
- Berdasarkan hukum I termodinamika jika sistem menerima kerja maka usaha (W) bernilai positif (+)
- Berdasarkan hukum I termodinamika jika sistem menerima kerja maka usaha (W) bernilai negatif (-)**
- _____

Tingkat keyakinan saya dalam memilih alasan jawaban adalah.....

- | | | |
|----------------------|-----------------------|------------|
| a. Amat sangat yakin | b. Sangat yakin | c. yakin |
| d. Tidak yakin | e. Sangat tidak yakin | f. Menebak |

Gambar 5.5 Butir Soal Nomor 4

Pada soal no 4 diatas, disajikan sebuah sistem yang menyerap kalor sebesar 1600 J dan menerima usaha sebesar 2000 J. Kemudian siswa diminta untuk menghitung perubahan energi dalamnya (ΔU). Persamaan dari hukum I termodinamika adalah $Q = \Delta U + W$ sehingga persamaan perubahan energi dalam sistemnya adalah $\Delta U = Q - W$ dengan catatan kalor (Q) bernilai positif jika sistem menyerap kalor dan bernilai negatif jika sistem melepas kalor. Sedangkan untuk usaha (W) bernilai positif jika sistem melakukan kerja/usaha dan bernilai negatif jika sistem menerima kerja/usaha.

Jawaban yang tepat pada butir soal nomor 4 pada tier pertama adalah opsi D yaitu +3600 J dan alasan yang tepat untuk tier ke 3 adalah opsi D yaitu sesuai dengan konsep kerja pada hukum I termodinamika

yang menyatakan jika sistem menerima kerja maka nilai W adalah negatif (-). Sebanyak 42 termasuk kategori miskonsepsi dalam menjawab pertanyaan pada butir soal nomor 4. Miskonsepsi teridentifikasi sebesar 68,85% ini termasuk ke dalam kategori miskonsepsi tingkat tinggi.

Miskonsepsi yang dialami siswa pada butir soal nomor 4 diketahui dari kombinasi jawaban siswa paling banyak yaitu untuk tier pertama menjawab salah, tier kedua dengan tingkat keyakinan tinggi, tier ketiga memilih alasan yang salah dan tier keempat dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Sebanyak 18 siswa memilih jawaban pada opsi A untuk tier pertama yaitu -400 J dan pada tier ketiga memilih jawaban pada opsi A yaitu berdasarkan hukum I termodinamika sistem yang melakukan kerja maupun menerima kerja maka usaha (W) selalu bernilai positif (+). Dari jawaban siswa tersebut dapat disimpulkan jika siswa memahami persamaan dari perubahan energi dalam sistem adalah $\Delta U = Q - W$ tetapi mengalami miskonsepsi karena menganggap bahwa jika usaha selalu bernilai positif. Dari jawaban siswa tersebut teridentifikasi jika siswa mengalami miskonsepsi.

Selain itu ditemukan juga kombinasi jawaban paling banyak kedua yaitu menjawab benar, tier kedua dengan tingkat keyakinan tinggi, tier ketiga memilih alasan yang salah dan tier keempat dengan tingkat keyakinan. Kombinasi jawaban tersebut ditemukan pada 16 siswa yang memilih jawaban pada opsi D untuk tier pertama yaitu +3600 J dan pada tier ketiga memilih jawaban pada opsi A yaitu berdasarkan hukum I termodinamika sistem yang melakukan kerja maupun menerima kerja

maka usaha (W) selalu bernilai positif (+). Dari jawaban siswa tersebut dapat disimpulkan jika siswa belum memahami persamaan dari perubahan energi dalam sistem dengan menganggap bahwa $\Delta U = Q - W$ karena siswa juga mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa usaha selalu bernilai positif. Siswa menjawab soal benar dengan tingkat keyakinan yang tinggi, dan memilih alasan jawaban salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi juga. Dari jawaban siswa tersebut teridentifikasi jika siswa mengalami miskonsepsi.

Dari hasil identifikasi miskonsepsi yang dialami siswa dapat disimpulkan jika sebagian siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa usaha (W) pada sistem termodinamika merupakan besaran skalar atau besaran yang selalu bernilai positif dan tidak bergantung pada keadaan sistem. Konsep yang sebenarnya usaha (W) pada sistem termodinamika merupakan besaran vektor yang bernilai positif jika sistem melakukan kerja dan bernilai negatif jika sistem menerima kerja.⁹⁶ Penelitian lain juga menyatakan jika siswa menganggap bahwa kerja yang dilakukan lingkungan terhadap sistem dan sebaliknya adalah sama, sehingga siswa menganggap bahwa nilai kerja selalu positif. Konsep yang benar adalah kerja yang dilakukan oleh lingkungan terhadap sistem akan bernilai negatif ($-W$) sedangkan kerja yang dilakukan oleh sistem terhadap lingkungan bernilai positif ($+W$).⁹⁷

⁹⁶ *Ibid.*

⁹⁷ Tresnane Suandti Sekarani, Ketang Wiyono, and Muhammad Muslim, 'Analisis Pemahaman Konsep Fisika Dengan CRI Berbantuan CBT SMAN 21 Palembang', in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*, 2021.

2. Hukum II Termodinamika

Hukum kedua termodinamika adalah suatu pernyataan yang menyatakan bahwa tidak mungkin untuk membuat sebuah mesin kalor yang bekerja dalam suatu siklus yang semata-mata mengubah energi panas yang diperoleh dari suatu reservoir pada suhu tertentu seluruhnya menjadi usaha mekanik.⁹⁸ Berdasarkan hasil penelitian ini, miskonsepsi yang terjadi pada sub-konsep hukum I Termodinamika adalah sebesar 47,87%.

Dalam penelitian ini sub konsep hukum II termodinamika diwakili oleh 5 butir soal yaitu nomor 6, 7, 8, 9, dan 10. Dari lima butir soal tersebut diharapkan siswa dapat Mengidentifikasi hukum II termodinamika, Menganalisis hukum II termodinamika berdasarkan Postula Kelvin-Planck dan Clausius, Menganalisis diagram P-V, Mengevaluasi penerapan hukum II termodinamika. Berdasarkan analisis hasil penelitian diketahui jika miskonsepsi tingkat tinggi pada sub konsep ini terjadi pada butir soal no 6 dan 9 dengan presentase 70,49% dan 72,13%. Berikut akan dijabarkan pembahasan soal no 6 dan 9 sebagai berikut :

⁹⁸ Giancoli... hal.74.

6. Berikut adalah peristiwa yang mungkin terjadi berdasarkan hukum II termodinamika....
- Suhu panas pada salah satu ujung besi akan mengalir secara alami ke ujung besi lainnya yang lebih dingin, begitu juga sebaliknya
 - Suhu panas pada salah satu ujung besi akan mengalir secara alami ke ujung besi lainnya yang lebih dingin**
 - Suhu dingin pada salah satu ujung besi akan mengalir secara alami ke ujung besi lainnya yang lebih panas
 - Suhu dingin pada salah satu ujung besi tidak akan bisa mengalir ke ujung besi lainnya yang lebih dingin
 - _____
- Tingkat keyakinan saya dalam memilih jawaban adalah....
- Amat sangat yakin
 - Sangat yakin
 - yakin
 - Tidak yakin
 - Sangat tidak yakin
 - Menebak
- Alasan untuk jawaban saya adalah....
- Kalor akan mengalir dari benda yang panas ke benda yang dingin tanpa sebuah usaha**
 - Kalor akan mengalir dari benda yang panas ke benda yang dingin dengan sebuah usaha
 - Kalor tidak dapat mengalir dari benda yang dingin ke benda yang panas dengan sebuah usaha
 - Kalor akan mengalir baik dari benda panas ke benda dingin ataupun dari benda dingin ke benda panas dengan sebuah usaha
 - _____
- Tingkat keyakinan saya dalam memilih alasan jawaban adalah....
- Amat sangat yakin
 - Sangat yakin
 - yakin
 - Tidak yakin
 - Sangat tidak yakin
 - Menebak

Gambar 5.6 Butir Soal Nomor 6

Pada soal no 6 diatas, siswa diminta untuk memilih peristiwa yang mungkin terjadi berdasarkan konsep hukum II Termodinamika. Peristiwa yang mungkin terjadi adalah suhu panas akan mengalir secara alami ke benda yang bersuhu lebih dingin, hal tersebut dikarenakan menurut konsep hukum II Termodinamika, kalor akan mengalir dari benda yang bersuhu panas ke benda yang bersuhu tinggi secara alami tanpa usaha tetapi tidak sebaliknya.

Jawaban yang tepat untuk butir soal no 6 pada tier pertama adalah opsi B yaitu suhu panas pada salah satu ujung besi akan mengalir secara alami ke ujung besi lainnya yang lebih dingin dan alasan jawaban yang tepat untuk tier ketiga adalah opsi A yaitu kalor akan mengalir dari benda yang panas ke benda yang dingin tanpa sebuah usaha. Sebanyak 43 siswa termasuk kategori miskonsepsi dalam menjawab pertanyaan pada butir soal nomor 6. Miskonsepsi teridentifikasi sebesar 70,49% ini termasuk kedalam kategori miskonsepsi tingkat tinggi.

Miskonsepsi yang dialami siswa pada butir soal nomor 6 diketahui dari kombinasi jawaban siswa paling banyak untuk tier pertama menjawab salah, tier kedua dengan tingkat keyakinan tinggi, tier ketiga memilih alasan yang salah dan tier keempat dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Sebanyak 15 siswa memilih jawaban pada opsi A untuk tier pertama yaitu suhu panas pada salah satu ujung besi akan mengalir secara alami ke ujung besi lainnya yang lebih dingin, begitu juga sebaliknya dan pada tier ketiga memilih jawaban pada opsi D yaitu kalor mengalir baik dari benda panas ke benda dingin ataupun dari benda dingin ke benda panas dengan sebuah usaha. Dari jawaban siswa tersebut dapat disimpulkan jika siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa suhu dingin dapat mengalir secara alami ke benda yang lebih panas, serta mengalami miskonsepsi karena menganggap bahwa kalor mengalir dari benda bersuhu panas ke benda dingin tanpa sebuah usaha. Siswa menjawab soal salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi, dan memilih alasan jawaban yang salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi juga. Dari jawaban siswa tersebut teridentifikasi jika siswa mengalami miskonsepsi.

Selain itu ditemukan juga kombinasi jawaban paling banyak kedua yaitu menjawab benar, tier kedua dengan tingkat keyakinan tinggi, tier ketiga memilih alasan yang salah dan tier keempat dengan tingkat keyakinan. Kombinasi jawaban tersebut ditemukan pada 13 siswa yang memilih jawaban pada opsi B yaitu suhu panas pada salah satu ujung besi akan mengalir secara alami ke ujung besi lainnya yang lebih dingin dan

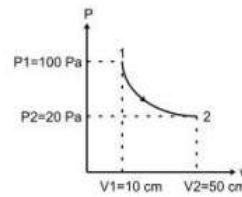
pada tier ketiga memilih jawaban pada opsi B yaitu kalor akan mengalir dari benda yang panas ke benda yang dingin dengan sebuah usaha. Dari jawaban siswa tersebut dapat disimpulkan jika siswa sudah memahami bahwa suhu panas akan mengalir secara alami ke benda yang bersuhu lebih dingin, tetapi mereka tidak memahami jika suhu panas dapat mengalir ke benda yang bersuhu lebih dingin tanpa sebuah usaha. Siswa menjawab soal benar dengan tingkat keyakinan yang tinggi, dan memilih alasan jawaban salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi juga. Dari jawaban siswa tersebut teridentifikasi jika siswa mengalami miskonsepsi.

Dari hasil identifikasi miskonsepsi yang dialami siswa dapat disimpulkan jika sebagian siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa kalor mengalir secara alami baik dari benda yang bersuhu panas ke benda yang bersuhu maupun sebaliknya. Konsep yang sebenarnya kalor hanya mengalir secara alami dari benda yang bersuhu panas ke benda yang bersuhu tinggi, dan tidak sebaliknya tanpa sebuah usaha.⁹⁹ Penelitian lain juga menyatakan jika siswa yang meranggapan bahwa kalor mengalir dari benda yang bersuhu rendah ke benda yang bersuhu tinggi, hal inilah penyebab miskonsepsi terjadi. Sedangkan untuk konsep perpindahan kalor terhadap suhu benda, responden menjawab kalor itu berpindah dari suhu rendah ke suhu tinggi. Penelitian yang telah dilakukan Stavy (1990) juga menyatakan sebagian siswa memiliki konsepsi salah dengan berpikir bahwa dingin merupakan lawandari kalor yang mengalir dari benda dingin ke benda yang lebih hangat.¹⁰⁰

⁹⁹ Giancoli... hal. 527

¹⁰⁰ Sartika, Jusman Mansyur, and Yusuf Kendek, 'Miskonsepsi Siswa SMA Negeri 1 Palu

9. 7 mol gas memuai secara isothermal seperti gambar 4 dibawah pada suhu 27°C . tentukan usaha yang dilakukan gas tersebut!



- a. 800 J
b. 4.000 J
c. 17.460 J
d. 27.935 J
e. _____

Tingkat keyakinan saya dalam memilih jawaban adalah.....

- a. Amat sangat yakin b. Sangat yakin c. yakin
d. Tidak yakin e. Sangat tidak yakin f. Menebak

Alasan untuk jawaban saya adalah.....

- a. Besarnya usaha pada proses isothermal berbanding lurus dengan tekanan pada (P_1) dan besarnya perubahan volume
b. Besarnya usaha pada proses isothermal berbanding lurus dengan tekanan pada (P_2) dan besarnya perubahan volume
c. Besarnya usaha pada proses isothermal berbanding lurus dengan (V_1) dan berbanding terbalik dengan (V_2)
d. **Besarnya usaha pada proses isothermal berbanding lurus dengan (V_2) dan berbanding terbalik dengan (V_1)**
e. _____

Tingkat keyakinan saya dalam memilih alasan jawaban adalah.....

- a. Amat sangat yakin b. Sangat yakin c. yakin
d. Tidak yakin e. Sangat tidak yakin f. Menebak

Gambar 5.7 Butir Soal Nomor 9

Pada soal no 9 diatas siswa diminta untuk mendeskripsikan diagram P-V kemudian menghitung usaha yang dilakukan gas berdasarkan diagram P-V ketika gas mengalami pemuaian secara isothermal. persamaan dari usaha yang dilakukan ketika pemuaian isothermal adalah $W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$ sehingga dapat disimpulkan jika besarnya usaha yang dilakukan ketika pemuaian isothermal berbanding lurus dengan volume (V_2) dan berbanding terbalik dengan volume (V_1)

Jawaban yang tepat untuk butir soal nomor 9 pada tier pertama adalah opsi D yaitu 27.935 J dan alasan jawaban yang tepat untuk tier ketiga adalah opsi D yaitu besarnya usaha pada proses isothermal

berbanding lurus dengan (V_2) dan berbanding terbalik dengan (V_1). Sebanyak 44 siswa termasuk kategori miskonsepsi dalam menjawab pertanyaan pada butir soal nomor 9. Miskonsepsi teridentifikasi sebesar 72,13% ini termasuk kedalam kategori miskonsepsi tingkat tinggi.

Miskonsepsi yang dialami siswa pada butir soal nomor 9 diketahui dari kombinasi jawaban siswa paling banyak untuk tier pertama menjawab salah, tier kedua dengan tingkat keyakinan tinggi, tier ketiga memilih alasan yang salah dan tier keempat dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Sebanyak 19 siswa memilih jawaban pada opsi A untuk tier pertama yaitu 800 J dan pada tier ketiga memilih jawaban pada opsi B yaitu besarnya usaha pada proses isothermal berbanding lurus dengan tekanan pada (P_2). Dari jawaban siswa tersebut dapat disimpulkan jika siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa usaha yang dilakukan saat pemuaian isothermal adalah hasil kali antara tekanan (P_2) dengan perubahan volume atau $W = P_2 dV$. Siswa menjawab soal salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi, dan memilih alasan jawaban yang salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi juga. Dari jawaban siswa tersebut teridentifikasi jika siswa mengalami miskonsepsi.

Selain itu ditemukan juga kombinasi jawaban paling banyak kedua yaitu menjawab salah, tier kedua dengan tingkat keyakinan tinggi, tier ketiga memilih alasan yang salah dan tier keempat dengan tingkat keyakinan. Kombinasi jawaban tersebut ditemukan pada 12 siswa yang memilih jawaban pada opsi B yaitu 400 J dan pada tier ketiga memilih jawaban pada opsi A yaitu besarnya usaha pada proses isothermal

berbanding lurus dengan tekanan pada (P_1) dan besarnya perubahan volume. Dari jawaban siswa tersebut dapat disimpulkan jika siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa usaha yang dilakukan saat pemuaian isothermal adalah hasil kali antara tekanan (P_1) dengan perubahan volume atau $W = P_1 dV$. Siswa menjawab soal salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi, dan memilih alasan jawaban yang salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi juga. Dari jawaban siswa tersebut teridentifikasi jika siswa mengalami miskonsepsi

Dari hasil identifikasi miskonsepsi yang dialami siswa dapat disimpulkan jika sebagian siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa persamaan usaha pada semua proses termodinamika adalah sama yaitu $W = P dV$. konsep sebenarnya untuk persamaan usaha pada sebuah sistem termodinamika dengan kondisi isothermal adalah

$$W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}.^{101}$$

Penelitian lain juga menyatakan jika siswa cenderung siswa cenderung belum mampu menafsirkan grafik tekanan volume (P-V) dengan baik dan menentukan rumus usaha yang akan digunakan dengan tepat. Alasannya adalah hanya dengan menggunakan rumus $W = P dV$ sehingga hasil jawabannya salah.¹⁰²

¹⁰¹ Dra. Ni. Ketut Lasmi, *SPM Fisika SMA Dan MA* (Bandung: Gelora Aksara Pratama, 2015). hal. 89.

¹⁰² Yakin... hal. 4.

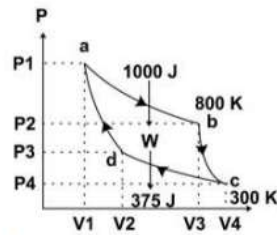
3. Siklus Carnot

Siklus Carnot merupakan sebuah siklus yang terdiri dari dua proses isothermal reversibel dan dua proses adiabatik reversibel.¹⁰³ Siklus juga dapat diartikan sebagai sebuah siklus yang mengubah panas hasil reaksi pembakaran menjadi gerak mekanik sepenuhnya. Berdasarkan hasil penelitian ini, miskonsepsi yang terjadi pada sub-konsep siklus Carnot adalah sebesar 38,36%.

Dalam penelitian ini siklus Carnot diwakili oleh 5 butir soal yaitu nomor 11, 12, 13, 14, dan 15. Dari lima butir soal tersebut diharapkan siswa dapat menganalisis proses siklus Carnot dalam sebuah sistem dari grafik P-V, Menentukan efisiensi siklus Carnot, Menganalisis suhu pada siklus Carnot saat terjadi perubahan efisiensi, dan mengecek efisiensi siklus Carnot. Berdasarkan analisis hasil penelitian tidak ditemukannya miskonsepsi tingkat tinggi pada siklus ini. Miskonsepsi tertinggi berada pada kategori sedang yaitu pada butir soal nomor 12 dengan presentase miskonsepsinya 62,30%. Berikut akan dijabarkan pembahasan soal nomor 12.

¹⁰³ Young and Freedman... hal. 563.

- 12 Berdasarkan diagram pada gambar dibawah berapakah usaha yang dilakukan mesin carnot dalam satu siklus.



- a. 235 J
b. 625 J
c. 725 J
d. 1.375 J
e. _____

Tingkat keyakinan saya dalam memilih jawaban adalah.....

- a. Amat sangat yakin b. Sangat yakin c. yakin
d. Tidak yakin e. Sangat tidak yakin f. Menebak

Alasan untuk jawaban saya adalah.....

- a. Usaha berbanding lurus dengan kalor yang dilepas dari reservoir suhu tinggi
b. Usaha berbanding lurus dengan kalor yang dilepas dari reservoir suhu rendah
c. **Usaha berbanding lurus dengan kalor yang diserap dari reservoir suhu tinggi**
d. Usaha berbanding lurus dengan kalor yang diserap dari reservoir suhu rendah
e. _____

Tingkat keyakinan saya dalam memilih alasan jawaban adalah.....

- a. Amat sangat yakin b. Sangat yakin c. yakin
d. Tidak yakin e. Sangat tidak yakin f. Menebak

Gambar 5.8 Butir Soal Nomor 12

Pada soal no 12 diatas, disajikan diagram siklus carnot dan siswa diminta untuk menentukan usaha yang dilakukan siklus carnot dalam satu siklus tersebut. Usaha yang dilakukan oleh siklus carnot merupakan gaya yang dikerjakan oleh mesin untuk mengubah energi panas menjadi energi mekanik dengan persamaan $W = Q_1(1 - \frac{T_2}{T_1})$. Dari persamaan tersebut terlihat jika usaha berbanding lurus dengan kalor yang diserap sistem dari reservoir suhu tinggi (T_1).

Jawaban yang tepat untuk butir soal nomor 12 pada tier pertama adalah opsi B yaitu 625 J dan alasan jawaban yang tepat untuk tier ketiga adalah opsi C yaitu usaha berbanding lurus dengan kalor yang diserap dari reservoir suhu tinggi. Sebanyak 38 siswa termasuk kategori miskonsepsi dalam menjawab pertanyaan pada butir soal nomor 12.

Miskonsepsi teridentifikasi sebesar 62,30% ini termasuk kedalam kategori miskonsepsi tingkat sedang.

Miskonsepsi yang dialami siswa pada butir soal nomor 12 diketahui dari kombinasi jawaban siswa paling banyak untuk tier pertama menjawab salah, tier kedua dengan tingkat keyakinan tinggi, tier ketiga memilih alasan yang salah dan tier keempat dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Sebanyak 14 siswa memilih jawaban pada opsi A untuk tier pertama yaitu 235J dan pada tier ketiga memilih jawaban pada opsi D yaitu usaha yang dilakukan siklus carnot berbanding lurus dengan kalor yang diserap dari reservoir suhu rendah. Dari jawaban siswa tersebut dapat disimpulkan jika siswa mengalami miskonsepsi pada persamaan usaha yang dilakukan oleh siklus carnot dengan menganggap bahwa $W = Q_2(1 - \frac{T_2}{T_1})$. Siswa menjawab soal salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi, dan memilih alasan jawaban yang salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi juga. Dari jawaban siswa tersebut teridentifikasi jika siswa mengalami miskonsepsi.

Selain itu ditemukan juga kombinasi jawaban paling banyak kedua yaitu menjawab benar, tier kedua dengan tingkat keyakinan tinggi, tier ketiga memilih alasan yang salah dan tier keempat dengan tingkat keyakinan. Kombinasi jawaban tersebut ditemukan pada 11 siswa yang memilih jawaban pada opsi B yaitu 625 J dan pada tier ketiga memilih jawaban pada opsi A yaitu usaha yang dilakukan siklus carnot berbanding lurus dengan kalor yang dilepas dari reservoir suhu tinggi. Dari jawaban siswa tersebut dapat disimpulkan jika siswa memahami persamaan dari

usaha yang dilakukan oleh siklus carnot dengan menganggap bahwa $W = Q_2(1 - \frac{T_2}{T_1})$ namun siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa serta menganggap bahwa Q_2 merupakan kalor yang dilepas pada reservoir suhu tinggi. tersebut dilepaskan oleh sistem. Siswa menjawab soal benar dengan tingkat keyakinan yang tinggi, dan memilih alasan jawaban salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi, dan memilih alasan jawaban salah dengan tingkat keyakinan yang tinggi juga. Dari jawaban siswa tersebut teridentifikasi jika siswa mengalami miskonsepsi.

Dari hasil identifikasi miskonsepsi yang dialami siswa dapat disimpulkan jika sebagian siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa usaha yang dilakukan oleh siklus carnot berbanding lurus dengan kalor yang diserap sistem dari reservoir suhu rendah. Penelitian lain juga menyatakan jika siswa mengalami kesulitan dalam menentukan usaha yang dilakukan siklus carnot.¹⁰⁴

Berdasarkan uraian dari setiap sub-konsep diatas maka didapatkan beberapa miskonsepsi yang teridentifikasi sebagai berikut :

Tabel 5.2 Miskonsepsi siswa yang teridentifikasi

No	Sub-konsep	Miskonsepsi yang teridentifikasi
1	Hukum I Termodinamika	Siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa usaha (W) pada sistem termodinamika merupakan besaran skalar atau besaran yang selalu bernilai positif dan tidak bergantung pada keadaan sistem.
2	Hukum II Termodinamika	Siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa kalor mengalir secara alami baik dari benda yang bersuhu panas ke benda yang bersuhu maupun sebaliknya. Siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa persamaan usaha

¹⁰⁴ Yakin... hal.4.

		pada semua proses termodinamika adalah sama yaitu $W = P dV$
3	Siklus Carnot	Siswa mengalami miskonsepsi dengan menganggap bahwa usaha yang dilakukan oleh siklus carnot berbanding lurus dengan kalor yang diserap sistem dari reservoir suhu rendah

C. Penyebab miskonsepsi yang dialami oleh siswa pada sub-konsep termodinamika : hukum I dan II termodinamika beserta siklus carnot

Miskonsepsi atau salah konsep adalah konsep yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah atau pengertian yang diterima para ilmuwan pada bidang yang bersangkutan.¹⁰⁵ Miskonsepsi juga merupakan sebuah hal yang kokoh sehingga sulit untuk digantikan dengan pemahaman yang baru dan benar. Selain itu miskonsepsi juga bersifat resistan karena miskonsepsi yang terjadi pada tahap awal akan terjadi juga pada tingkat selanjutnya karena siswa tidak mampu menghubungkan antar konsep, sehingga berimbas pada terjadinya rantai miskonsepsi yang tidak terputus karena prakonsep tersebut dijadikan dasar untuk belajar konsep berikutnya.¹⁰⁶

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan guru fisika kelas XI di SMAN 1 Rejotangan dan 8 siswa yang terpilih menunjukkan bahwa miskonsepsi siswa disebabkan oleh beberapa faktor anatara lain :

1. Kurangnya minat siswa dalam mempelajari fisika

Berdasarkan hasil wawancara, sebagian siswa mengungkapkan jika kurang bermita terhadap pembelajaran fisika khususnya materi termodinamika. Hal tersebut disampaikan siswa karena siswa merasa materi termodinamika merupakan materi yang cukup sulit serta tidak

¹⁰⁵ Paul Suparno, *Miskonsepsi Dan Perubahan Konsep Pendidikan Fisika...* hal. 4

¹⁰⁶ Purtadi and Sari... hal. 3.

mudah ditemukan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Pernyataan siswa tersebut juga didukung oleh pernyataan guru yang mengatakan bahwa siswa kurang berminat mempelajari materi termodinamika sehingga hal tersebut berimbas terhadap hasil belajara siswa. semakin rendah minat siswa terhadap suatu pelajaran maka semakin rendah pula hasil belajar mereka serta dibutuhkan usaha yang lebih untuk mengajarkan materi tersebut ke siswa. Selain itu imbas dari kurangnya minat siswa adalah siswa menjadi setengah-setengah dalam mempelajari materi tersebut sehingga rawan terjadi miskonsepsi pada materi tersebut

2. Siswa belum memahami materi sebelumnya dengan baik

Berdasarkan hasil wawancara, guru menyatakan bahwa kurang pahamiya siswa terhadap materi suhu dan kalor juga menjadi salah satu penyebab mereka mengalami miskonsepsi. Materi kalor ini berhubungan dengan hukum II termodinamika terkait perpindahan kalor, banyak siswa yang menganggap bahwa kalor dapat mengalir secara alami dari suhu panas ke suhu dingin dan sebaliknya, padahal menurut hukum II termodinamika ditegaskan jika kalor hanya mengalir secara alami dari suhu panas ke suhu dingin dan tidak sebaliknya. Siswa yang tidak memahami materi suhu dan kalor dengan baik rawan mengalami miskonsepsi, sedangkan siswa yang memahami materi suhu dan kalor dengan baik maka mereka akan memahami hukum II termodinamika dengan baik juga.

3. Siswa memiliki prakonsepsi

Berdasarkan hasil wawancara, siswa mengatakan jika terkadang apa yang sudah mereka pelajari sendiri di luar sekolah berbeda dengan apa yang diajarkan oleh guru. Hal tersebut membuat siswa kesulitan untuk menghubungkan pemahaman lama mereka dengan pemahaman baru yang diberikan oleh guru. Pernyataan siswa tersebut juga didukung oleh pernyataan guru yang menyatakan bahwa kesulitan siswa ketika memahami materi termodinamika disebabkan karena mereka tidak mampu menghubungkan pengetahuan awal dengan pengetahuan barunya. Ketidakmampuan tersebut dapat menimbulkan penafsiran yang berbeda dengan konsep yang telah disepakati oleh ahli. Oleh karena pengetahuan awal siswa menjadi hal yang sangat penting untuk mereka dapat mengkonstruksi pengetahuan mereka dengan baik dan benar.

4. Rendahnya kemampuan siswa dalam menerapkan konsep pada materi termodinamika

Berdasarkan hasil wawancara, siswa menyatakan bahwa mereka kesulitan memahami konsep serta penerapan dari materi termodinamika. Hal tersebut dikarenakan materi termodinamika bersifat abstrak serta contoh dari penerapannya cukup kompleks untuk mereka pelajari. Pernyataan siswa tersebut juga didukung oleh pernyataan guru yang menyatakan bahwa siswa memiliki kesulitan memahami materi termodinamika karena materi ini bersifat abstrak serta contoh penerapannya cukup sulit untuk mereka pahami secara langsung. Hal tersebutlah yang menyebabkan siswa kesulitan menerima konsep secara

menyeluruh sehingga berimbas pada timbulnya miskonsepsi

5. Buku yang digunakan siswa

Berdasarkan hasil wawancara, sebagian siswa menyatakan jika buku LKS Saguvindo yang mereka gunakan untuk belajar sudah cukup lengkap tapi memiliki kekurangan dalam contoh soal. Menurut siswa contoh soal yang ada pada buku tidak sebanding dengan soal-soal yang diujikan dalam buku tersebut. Selain itu istilah atau rumus yang ada pada buku tersebut seringkali berbeda dengan rumus yang diberikan oleh guru saat pembelajaran. Hal tersebut membuat siswa mengalami kebingungan untuk menentukan rumus yang tepat sehingga rawan terjadi miskonsepsi.

6. Metode mengajar guru

Berdasarkan hasil wawancara, siswa mengatakan jika metode pembelajaran dengan ceramah yang digunakan guru dalam menerangkan materi termodinamika kurang efektif untuk membuat siswa menjadi paham akan materi tersebut. Hal tersebut dikarebakan materi termodinamika yang bersifat abstrak sehingga siswa merasa kesulitan jika hanya membayangkan saja.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan jika ada banyak faktor yang menyebabkan miskonsepsi pada siswa seperti kurangnya minat siswa dalam mempelajari fisika, siswa belum memahami materi sebelumnya dengan baik, siswa memiliki prakonsepsi, rendahnya kemampuan siswa dalam menerapkan konsep pada materi termodinamika, buku yang digunakan, dan metode pembelajaran. Hasil dari penelitian ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan Nurulwati, Arsaythamboy Veloo, dan Ruslan Mat Ali dalam jurnal

penelitiannya yang berjudul “Suatu tinjauan tentang jenis-jenis dan penyebab miskonsepsi fisika” tahun 2014 dengan menyatakan bahwa ada bebrbagai macam penyebab miskonsepsi siswa diantaranya pengetahuan awal siswa atau prakonsepsi, minat siswa, guru, bahan aja, dan metode mengajar.¹⁰⁷ Selain itu pada penelitian yang dilakuan oleh Yuyu Yuliati dalam jurnal penelitiannya yang berjudul “Miskonsepsi siswa pada pembelajaran IPA serta remediasinya” tahun 2017 menyatakan jika miskonsepsi khususnya pada pembelajaran IPA disebabkan oleh berbagai faktor seperti prakonsepsi yang dimiliki oleh siswa itu sendiri, konsep pembelajaran yang dilakukan guru, serta bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran.¹⁰⁸

¹⁰⁷ Nurulwati and others, ‘Suatu Tinjauan Tentang Jenis-Jenis Dan Penyebab Miskonsepsi Fisika’, *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 2.1 (2014), 180–90.

¹⁰⁸ Yuliati... hal. 50.