



Analisis Berfikir Tingkat Tinggi Siswa pada Materi Hukum Ke-2 Termodinamika

Yosie Safutra[✉], Suharto Linuwih

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
 Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 13 Agustus 2021
 Disetujui 5 Oktober 2021
 Dipublikasikan November 2021

Keywords:

thinking skills, higher-order thinking, of the 2nd law of Thermodynamics.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis berpikir tingkat tinggi siswa pada materi hukum ke-2 Termodinamika. Subyek penelitian ini adalah siswa kelas 12 SMAN 1 Jakenan tahun ajaran 2020/2021 sebanyak 127 siswa yang telah mengikuti pembelajaran fisika pada materi hukum ke-2 Termodinamika. Pemilihan siswa menggunakan teknik *snowball sampling*. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan instrumen soal, dan wawancara. Berdasarkan data hasil tes tersebut peneliti menghitung validitas dan reliabilitas. Wawancara digunakan untuk mengetahui cara berpikir siswa lebih lanjut dalam menyelesaikan soal. Wawancara hanya dilakukan kepada 15 orang siswa yang dipilih dari kategori siswa kemampuan tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan hasil tes yang telah diberikan. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis data model Miles dan Huberman yang mencakup tiga kegiatan yang bersamaan: (1) reduksi data (2) penyajian data, dan (3) penarikan kesimpulan (verifikasi). Berdasarkan analisis data dan pembahasan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa instrumen yang digunakan adalah seperangkat instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam bentuk 6 butir soal *two-tier multiple choice* dan diberikan secara Online karena adanya pandemi Covid-19. Berdasarkan uji validitas dan reliabilitas, validitas isi dari instrumen penilaian keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dikembangkan memiliki kategori sangat layak. Validitas empiris sebanyak 100% soal dinyatakan valid. Instrumen soal yang dikembangkan dinyatakan reliabel dengan kriteria tinggi. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan pula bahwa, siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dan sedang mampu menyelesaikan persoalan yang ada dengan benar dan mampu untuk menjelaskannya. Sedangkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat rendah tidak dapat menjawab dengan benar, hanya menebak dan tidak tahu cara mengerjakan.

Abstract

The purpose of this study was to analyze students' higher-order thinking on the material of the 2nd law of Thermodynamics. The subjects of this study were grade 12 students of SMAN 1 Jakenan for the academic year 2020/2021 as many as 127 students who had taken physics lessons on the material of the 2nd law of Thermodynamics. The selection of students using snowball sampling technique. The method of data collection in this study used a question instrument, and interviews. Based on the data from the test results, the researchers calculated the validity and reliability. Interviews are used to find out how students think further in solving problems. Interviews were only conducted to 15 students who were selected from the categories of high, medium, and low ability students based on the test results that had been given. The data analysis technique used is the Miles and Huberman model data analysis technique which includes three simultaneous activities: (1) data reduction (2) data presentation, and (3) conclusion drawing (verification). Based on the data analysis and discussion in this study, it can be concluded that the instrument used is a set of higher-order thinking ability assessment instruments to measure higher-order thinking skills in the form of 6 two-tier multiple choice questions and is given online due to the Covid-19 pandemic. Based on the validity and reliability tests, the content validity of the developed higher order thinking skills assessment instrument has a very decent category. The empirical validity of 100% of the questions is declared valid. The question instrument developed has declared reliable with high criteria. Based on the analysis that has been done, it can also be concluded that students who have high-level thinking skills and are able to solve existing problems correctly and are able to explain them. Meanwhile, students who have low-level thinking skills cannot answer correctly, only guess and do not know how to do it.

PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir merupakan salah satu faktor yang sangat diperlukan dalam pembelajaran, satu diantaranya yaitu fisika. Siswa akan mampu lebih mudah dalam menjelaskan serta mendeskripsikan hal yang berhubungan dengan fisika saat mereka memiliki kemampuan berpikir yang tinggi. Dalam memecahkan masalah dalam kehidupan, baik saat nanti sudah ada di kehidupan bermasyarakat, maupun saat bekerja, kemampuan berpikir siswa nantinya akan sangat penting karena bergantung atas kecepatan, efektivitas belajar, serta kemampuan (Suwarna, 2016). Kemampuan berpikir dalam ranah kreatif, analisis, kritis, visualisasi, dan pemecahan masalah tergolong sebagai bagian dari berpikir tingkat tinggi atau HOTS (Ramos, Dolipas, Villamor, 2013).

Fisika merupakan ilmu yang menguraikan serta menganalisis peristiwa alam dan strukturnya yang diikuti dengan pengukuran, percobaan, dan juga penyajian yang matematis (Giancoli, 2001). Pada tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA), fisika dinilai penting sebagai mata pelajaran tersendiri untuk diajarkan menggunakan beberapa pertimbangan, dan salah satu pertimbangan tersebut selain mengajarkan pengetahuan kepada peserta didik mata pelajaran fisika juga dipakai untuk wahana dalam menumbuhkan kemampuan berpikir yang berfungsi sebagai pemecahan masalah didalam kehidupan sehari-hari (Depdiknas, 2006). Peserta didik tidak hanya sekedar menghafal persamaan atau rumus dan pengertiannya, tetapi juga mampu menerapkan persamaan atau rumus serta konsep yang telah dipelajari dalam aktivitas sehari-hari (Sugiarto, Amin, Yani, 2016).

Fisika yang merupakan salah satu ilmu penting dianggap juga sebagai salah satu mata pelajaran paling sulit untuk dipahami. Bagi sebagian besar siswa, fisika dianggap rumit dan sulit untuk dipahami karena pembelajarannya lebih banyak menekankan pada rumus-rumus, tanpa ada penjabaran mengenai pentingnya rumus tersebut dan

aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari (Wijayanti, Palittin, & Bahri, 2019). Kesulitan siswa dalam mempelajari serta menyelesaikan soal fisika disebabkan siswa tidak memahami maksud soal yang berakibat pada tidak mampu mengubah soal ke dalam bentuk matematika serta tidak dapat menuliskan data-data apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan, tidak mengetahui rumus-rumus yang harus digunakan ketika disajikan dengan soal fisika, tidak mampu menerapkan konsep-konsep materi yang telah dipelajarinya, tidak dapat mengubah sistematika soal yang lebih baku, tidak dapat melakukan operasi perhitungan secara benar (Andriani, Darsikin, dan Hatibe, 2016).

Menurut Docktor et al. (2016) dalam menyelesaikan soal fisika ada lima kategori yang perlu diperhatikan meliputi; mendeskripsikan soal, pendekatan fisika, aplikasi rumus fisika tertentu, prosedur matematika dan kesesuaian jawaban. Kelima kategori tersebut diharapkan dapat dipenuhi oleh siswa dalam menyelesaikan soal fisika. Siswa lebih sering mengerjakan soal-soal fisika yang diberikan oleh guru langsung menggunakan persamaan matematis tanpa melakukan analisis, menebak rumus yang digunakan dan menghafal contoh soal yang telah dikerjakan untuk mengerjakan soal-soal lain (Azizah, Yuliati, & Latifah, 2015). Siswa mengalami kesulitan ketika berhadapan dengan permasalahan yang kompleks. Siswa mampu menyelesaikan permasalahan kuantitatif sederhana namun kurang memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks.

Soal HOTS merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang tidak hanya sekedar mengingat, memahami atau menerapkan. Soal-soal HOTS pada konteks penilaian mengukur kemampuan transfer satu konsep ke konsep lainnya, memproses dan mengintegrasikan informasi, mencari kaitan dari berbagai informasi yang berbeda-beda, menggunakan informasi untuk menyelesaikan masalah dan menelaah ide dan informasi secara kritis (Syafiluddin, Sumiati dan Giyato,

2019). Dengan demikian soal-soal HOTS menguji kemampuan berpikir menganalisis, mengevaluasi dan meng-kreasikan.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif deskriptif yang mana yang dimaksud penelitian deskriptif merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui keadaan dan kondisi yang mana hasilnya dijelaskan dalam bentuk laporan penelitian (Arikunto, 2010). Sehingga dapat mengetahui kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi hukum ke-2 Termodinamika. Penelitian ini dilakukan di salah satu sekolah menengah atas di kota Pati yaitu SMAN 1 Jakenan. Subyek penelitian ini adalah siswa kelas 12 SMAN 1 Jakenan tahun ajaran 2020/2021 sebanyak 127 siswa yang telah mengikuti pembelajaran fisika pada materi hukum ke-2 Termodinamika. Pemilihan siswa menggunakan teknik snowball sampling.

Teknik pengumpulan data menggunakan instrumen soal, dan wawancara. Berdasarkan data hasil tes tersebut peneliti menghitung validitas dan reliabilitas. Wawancara digunakan untuk mengetahui cara berpikir siswa lebih lanjut dalam menyelesaikan soal. Wawancara hanya dilakukan kepada 15 orang siswa yang dipilih dari kategori siswa kemampuan tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan hasil tes yang telah diberikan. Analisis data selama di lapangan mencakup tiga kegiatan yang bersamaan: (1) reduksi data (2) penyajian data, dan (3) penarikan kesimpulan (verifikasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validitas dan Reliabilitas Tes

Penilaian validitas isi meliputi tiga aspek yang meliputi konstruksi, materi, dan bahasa. Uji validitas dilakukan oleh ahli evaluasi dan ahli materi, dan digunakan skor skala Guttman untuk validasi data. Berdasarkan hasil analisis kelayakan isi oleh para ahli dapat disimpulkan bahwa soal yang dikembangkan termasuk dalam kriteria "sangat layak".

Reliabilitas instrumen dianalisis menggunakan rumus KR-20 dengan Microsoft Excel karena penilaian instrumen menggunakan skor 0 dan 1. Berdasarkan hasil analisis reliabilitas pada enam soal tes, hasilnya berada pada kategori tinggi dengan skor 0,674. Hasil uji reliabilitas dalam penelitian membuktikan bahwa reliabilitas yang diperoleh tergolong tinggi untuk instrumen pilihan ganda dua tingkat yang dikembangkan serta dapat digunakan untuk memperoleh data. Konsistensi internal item yang diperoleh dari data menunjukkan bahwa semua item memiliki nilai r hitung $> 0,176$. Nilai r tabel yang digunakan ketika responden adalah 127 siswa, dan tingkat signifikansi 5% adalah r tabel = 0,176 (Arikunto, 2013). Karena semua item memiliki r hitung $> r$ tabel, maka kedelapan item tersebut dianggap valid. Setidaknya dua sifat mendasar, validitas, dan reliabilitas, menjadi tolak ukur kualitas instrumen penelitian. Jika validitas instrumen tersebut valid dan reliabel, maka instrumen tersebut dapat digunakan pada pengukuran selanjutnya karena kualifikasi instrumennya terjamin (Carmines, 1979).

Analisis Berpikir Tingkat Tinggi Siswa

Hasil analisis berpikir tingkat tinggi siswa SMA Negeri 1 Jakenan materi hukum ke-2 Termodinamika merupakan salah satu tujuan dari penelitian ini. Pembahasan analisis berpikir tingkat tinggi siswa SMA Negeri 1 Jakenan materi Termodinamika dikerjakan menggunakan hasil analisis tes kemampuan berpikir tingkat tinggi serta hasil wawancara yang sudah dilaksanakan bersama siswa. Pembahasan deskripsi kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik SMA Negeri 1 Jakenan akan dijelaskan dengan membandingkan hasil tes dan hasil wawancara.

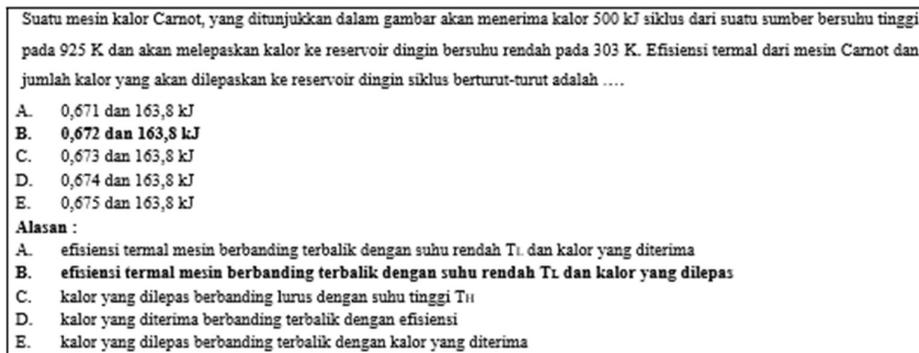
Hasil wawancara nanti digunakan untuk cross check dengan hasil data siswa dalam tes kemampuan berpikir tingkat tinggi sehingga mengetahui perbedaan cara berpikir antara siswa yang memiliki kemampuan berpikir rendah atau sedang dengan siswa yang memiliki kemampuan berpikir tinggi. Soal yang dikerjakan dalam materi pokok Hukum

ke-2 Termodinamika pada pembelajaran siswa SMA, hanya memiliki satu konteks yaitu Mengaplikasikan Hukum ke-2 Termodinamika pada mesin pendingin dan mesin Carnot.

Butir Soal Nomor 1

Pada soal nomor satu siswa diharapkan dapat merumuskan besar efisiensi termal dan jumlah kalor yang akan dilepas dari suatu mesin Carnot melalui hukum ke-2 termo-

dinamika. Skor persentase siswa yang memiliki skor 3 poin pada pertanyaan nomor satu sebanyak 12,60%, persentase siswa yang memiliki skor 2 sebanyak 18,90%, persentase siswa yang memiliki skor 1 sebanyak 22,83%, sedangkan persentase siswa yang memiliki skor 0 sebanyak 45,67%. Instrumen soal pertanyaan nomor 1 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Butir Soal Nomor 1

Wawancara mengungkapkan jawaban dan penjelasan dari pertanyaan pertama, bahwa siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dan sedang mampu merumuskan besar efisiensi termal dan jumlah kalor yang akan dilepas dari suatu mesin Carnot melalui hukum ke-2 termodinamika seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N1, yang mengatakan bahwa “Nomor satu saya memilih opsi B 0,672 dan 163,8 kJ. Karena untuk hasil dari efisiensi termal dari mesin Carnot itu hasilnya yang saya dapat hampir mendekati yang opsi B. Kemudian untuk jumlah kalornya memang dapatnya yang itu penjelasan untuk nomor satu yaitu efisiensi termal mesin berbanding terbalik dengan suhu rendah dan kalor yang dilepaskan”.

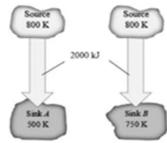
Sedangkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat rendah tidak dapat menjawab dengan benar dan hanya menebak

seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N3, yang mengatakan bahwa “Soal nomor satu saya mengarang soalnya tidak mengerti”, serta N15 yang menjelaskan “jawaban yang benar sepertinya itu E, alasan sepertinya itu yang D kalor yang diterima terbalik berbanding terbalik dengan efisiensi pokoknya”.

Butir Soal Nomor 2

Pada soal nomor dua siswa diharapkan dapat merumuskan proses yang irreversibel melalui besar entropi total dari suhu dan kalor yang diketahui. Skor persentase siswa yang memiliki skor 3 poin pada pertanyaan nomor dua sebanyak 28,35%, persentase siswa yang memiliki skor 2 sebanyak 11,81%, persentase siswa yang memiliki skor 1 sebanyak 7,87%, sedangkan persentase siswa yang memiliki skor 0 sebanyak 51,97%. Instrumen soal pertanyaan nomor 2 ditunjukkan pada Gambar 2.

Sebuah sumber panas pada 800 K akan mengalami kehilangan panas masing-masing sebesar 2000 kJ ke tandon dingin pada 500 K dan 750 K. Proses yang memiliki entropi lebih tinggi adalah



A. tandon 500 K, karena lebih tinggi perbedaannya dari 750 K
 B. tandon 750 K, karena lebih rendah perbedaannya dari 500 K
 C. tandon 500 K dan 750 K memiliki besar entropi yang sama
 D. tandon 500 K, karena kurang irreversibel dari 750 K
 E. tandon 750 K, karena lebih irreversibel dari 500 K

Alasan :

A. perbedaan suhu kasus A lebih besar sehingga entropinya lebih besar
 B. perbedaan suhu kasus B lebih kecil sehingga entropinya lebih besar
 C. suhu sumber sama sehingga besar entropi keduanya sama
 D. kasus A lebih irreversibel terlihat dari entropi total yang lebih rendah
 E. kasus B lebih irreversibel terlihat dari entropi total yang lebih rendah

Gambar 2. Butir Soal Nomor 2

Wawancara mengungkapkan jawaban dan penjelasan dari pertanyaan kedua, bahwa siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dan sedang mampu merumuskan proses yang irreversibel melalui besar entropi total dari suhu dan kalor yang diketahui seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N6, yang mengatakan bahwa “Bentuk persoalan yang nomor dua itu menurut saya jawabannya yang A 500 K karena lebih tinggi perbedaan suhunya dari 750 K. Entropi itu kan kecenderungan jadi seperti energi panas itu selalu mengalir spontan dari suhu yang tinggi ke suhu yang rendah dipengaruhi itu sama faktor perbedaan suhu, jadi yang nomor dua ini menurutku jawabannya yang A 500 K karena lebih tinggi perbedaan suhunya dari 750 K dengan alasan perbedaan suhu kasus A itu lebih besar sehingga entropinya itu lebih besar jadi kalau saya baca kemarin di Sumber itu sesuai pemahaman saya seperti itu. Jadi kalau perbedaan suhunya semakin besar itu entropinya juga akan semakin besar itu”.

Sedangkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat rendah tidak dapat menjawab dengan benar dan hanya menebak seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N15 yang mengatakan bahwa “Jawaban saya yang B tandon 750 K karena lebih rendah perubahan suhunya dari 500 K yang alasannya B perubahan suhu kasus B lebih kecil sehingga entropinya lebih besar”.

Butir Soal Nomor 3

Pada soal nomor tiga siswa diharapkan dapat merumuskan bahwa efisiensi nyata tidak akan pernah melebihi efisiensi teoritisnya. Skor persentase siswa yang memiliki skor 3 poin pada pertanyaan nomor tiga sebanyak 27,56%, persentase siswa yang memiliki skor 2 sebanyak 18,90%, persentase siswa yang memiliki skor 1 sebanyak 11,02%, sedangkan persentase siswa yang memiliki skor 0 sebanyak 42,52%. Instrumen soal pertanyaan nomor 3 ditunjukkan pada Gambar 3.

Sebuah mesin menyerap kalor 9.220 joule dan melakukan usaha 1.750 joule setiap siklus, dan bekerja di antara 689°C dan 397°C. Maka, efisiensi nyatanya dan efisiensi maksimum teoritisnya secara berturut-turut adalah

A. 19% dan 30%
 B. 30% dan 19%
 C. 19% dan 19%
 D. 19% dan 81%
 E. 81% dan 19%

Alasan :

A. efisiensi nyata dan efisiensi maksimum teoritisnya harus sama
 B. efisiensi nyata harus lebih besar dari maksimum teoritisnya
 C. efisiensi tidak akan pernah lebih besar dari maksimum teoritisnya
 D. jumlah dari efisiensi nyata dan maksimum teoritisnya harus sama dengan 100%
 E. jumlah dari efisiensi nyata dan maksimum teoritisnya tidak boleh sama dengan 100%

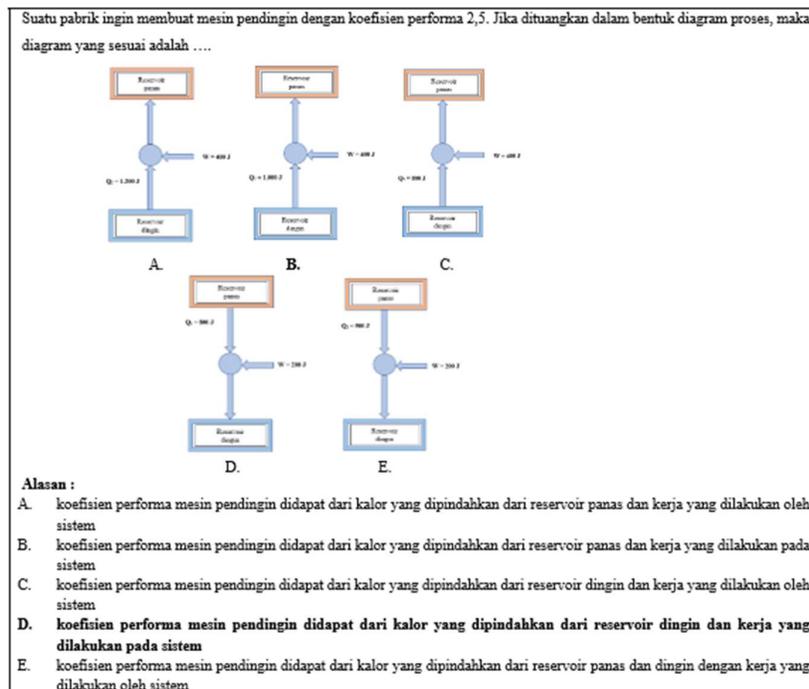
Gambar 3. Butir Soal Nomor 3

Wawancara mengungkapkan jawaban dan penjelasan dari pertanyaan pertama, bahwa siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dan sedang mampu merumuskan bahwa efisiensi nyata tidak akan pernah melebihi efisiensi teoritisnya seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N9 yang mengatakan bahwa "Nomor tiga saya jawab A 19 % dan 30% karena efisiensi tidak akan pernah lebih besar dari maksimum teoritisnya. soal ini saya yakin karena sudah dihitung suhunya itu kan 689 derajat Celsius ditambah 273 = 962 K suhu serapnya yang tadinya 362 derajat Celsius berubah menjadi 670 K efisiensi maksimum itu rumusnya $1 - (T_2 / T_1)$ dikali 100% T2 tadi 670 K dan T1nya tadi 662 K; jadi $1 - (670 / 962)$ dikali 100% ini disamakan dulu penyebutnya jadinya 962 per 962 dikurangi 670 per 962 dikali 100% hasilnya itu 262 per 962 dikali 100%; 0,30 dikali 100% hasilnya 30%. Karena ini efisiensi nyatanya dulu yang ditanyakan daripada efisiensi maksimum jadi jawaban yang tepat itu yang a 19% dan 30% karena efisiensi tidak akan pernah lebih besar dari maksimum teoritisnya".

Sedangkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat rendah tidak dapat menjawab dengan benar dan hanya menebak seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N11, yang mengatakan bahwa "Untuk nomor tiga saya memilih opsi D karena jumlah dari efisiensi nyata dan maksimum teoritisnya harus sama dengan 100% saya tidak begitu yakin dengan jawaban saya karena jawaban ini itu jawaban saya itu dibantu oleh teman".

Butir Soal Nomor 4

Pada soal nomor empat siswa diharapkan dapat mendesain diagram mesin pendingin dengan koefisien yang diinginkan. Skor persentase siswa yang memiliki skor 3 poin pada pertanyaan nomor empat sebanyak 5,51%, persentase siswa yang memiliki skor 2 sebanyak 31,50%, persentase siswa yang memiliki skor 1 sebanyak 7,09%, sedangkan persentase siswa yang memiliki skor 0 sebanyak 55,91%. Instrumen soal pertanyaan nomor 4 ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Butir Soal Nomor 4

Wawancara mengungkapkan jawaban dan penjelasan dari pertanyaan pertama, bahwa siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dan sedang mampu mendesain diagram mesin pendingin dengan koefisien yang diinginkan seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N6 yang mengatakan bahwa “Untuk yang nomor empat saya mengerjakannya dijawab yang B. Alasannya itu dari koefisien performansi mesin pendingin itu didapat dari kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin dan kerja yang dilakukan oleh sistem. Kalau mesin pendingin itu kan setahu saya itu dia mengeluarkan panas dari reservoir yang dingin ke reservoir yang panas, jadi kalor dari reservoir dingin itu dikeluarkan menuju ke reservoir yang panas. Jadi kalau untuk gambarnya itu mungkin panahnya itu dari dingin ke panas di antara 5 gambar itu yang benar menurut saya kan dari gambarnya A, B, dan C, untuk cari tahu angkanya mana yang benar saya masukkan ke rumus, koefisien performansi itu kan CP rumusnya itu bisa Q_2 per Q_1 dari gambar A saya masukkan hasilnya itu enggak sama dengan 400 malah 480 kemudian yang B di itu $2,5 = 1000/Q_1 = 400$

karena sudah sesuai dijawab yang B. Alasannya itu dari koefisien performansi mesin pendingin itu didapat dari kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin dan kerja yang dilakukan oleh sistem”.

Sedangkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat rendah tidak dapat menjawab dengan benar dan hanya menebak seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N2, yang mengatakan bahwa “Untuk jawaban nomor empat jawaban saya E karena koefisien performa mesin dingin didapat dari kalor yang dipindahkan dari reservoir panas dan kerja yang dilakukan oleh sistem grafik Saya E dan Alasan saya A”.

Butir Soal Nomor 5

Pada soal nomor lima siswa diharapkan dapat membuat desain diagram alir suhu pada mesin pendingin dengan koefisien performa yang diinginkan. Skor persentase siswa yang memiliki skor 3 poin pada pertanyaan nomor lima sebanyak 11,81%, persentase siswa yang memiliki skor 2 sebanyak 7,87%, persentase siswa yang memiliki skor 1 sebanyak 17,32%, sedangkan persentase siswa yang memiliki skor 0 sebanyak 63%. Instrumen soal pertanyaan nomor 5 ditunjukkan pada Gambar 5.

Pada sebuah restoran akan dipasang pendingin (kulkas) yang memiliki koefisien performa 5,0. Jika suhu ruangan di dapur 302 K, maka diagram alir suhu yang sesuai adalah

Alasan :

- A. pada mesin pendingin, kalor berpindah dari reservoir bersuhu tinggi ke reservoir bersuhu rendah, karena dukungan usaha dari luar
- B. pada mesin pendingin, kalor berpindah dari reservoir bersuhu tinggi ke reservoir bersuhu rendah, dan menghasilkan usaha
- C. pada mesin pendingin, kalor berpindah dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir suhu tinggi, karena dukungan usaha dari luar
- D. pada mesin pendingin, kalor berpindah dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir suhu tinggi, tanpa ada dukungan usaha dari luar
- E. pada mesin pendingin, kalor berpindah dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir bersuhu tinggi, dan menghasilkan usaha

Gambar 5. Butir Soal Nomor 5

Wawancara mengungkapkan jawaban dan penjelasan dari pertanyaan pertama, bahwa siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dan sedang mampu mendesain diagram mesin pendingin dengan koefisien yang diinginkan seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N13 yang mengatakan bahwa “Nomor lima itu jawabannya adalah E terus Alasan saya adalah pada mesin pendingin kalor mengalir dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir suhu tinggi dengan diberikan usaha dari luar. T_1 Kan itu $27^\circ\text{C} + 273 = 300\text{ K}$ terus T_2 nya itu sebenarnya menurut saya Ya Kak itu T_2 nya itu saya menemukan itu $241,6\text{ K}$ atau setara dengan -21°C begitu dan jawabannya adalah gambar E menurut saya”, serta N14 yang menjelaskan “Nomor lima jawaban saya adalah E Alasannya karena pada mesin pendingin kalor berpindah dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir bersuhu tinggi karena dukungan usaha dari luar. Karena untuk menentukan suhu reservoir rendah rumusnya adalah $(T_1 - T_2) / T_1 \times 100\%$. efisiensinya = $0,2 = T_1 - T_2 / T_1 \times 100\%$; $0,2 = (302 - T_2 / 302) \times 100\%$; $T_2 = 241,6\text{ k}$ Alasannya karena pada mesin pendingin kalor ber-

pindah dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir bersuhu tinggi karena dukungan usaha dari luar”.

Sedangkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat rendah tidak dapat menjawab dengan benar dan hanya menebak seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N10, yang mengatakan bahwa “Menurut saya untuk soal nomor lima jawabannya yaitu A karena pada mesin pendingin kalor berpindah dari reservoir bersuhu tinggi ke reservoir bersuhu rendah karena didukung usaha dari luar”.

Butir Soal Nomor 6

Pada soal nomor enam siswa diharapkan dapat mengkritisi siklus Carnot pada grafik P-V dengan menentukan nilai usaha yang dilakukan dan kalor yang dilepas melalui efisiensi mesin Carnotnya. Skor persentase siswa yang memiliki skor 3 poin pada pertanyaan nomor enam sebanyak 6,30%, persentase siswa yang memiliki skor 2 sebanyak 11%, persentase siswa yang memiliki skor 1 sebanyak 19,7%, sedangkan persentase siswa yang memiliki skor 0 sebanyak 63%. Instrumen soal pertanyaan nomor 6 ditunjukkan pada Gambar 6.

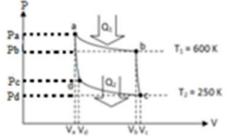
Grafik P –V dari sebuah mesin Carnot terlihat seperti gambar berikut!

Jika mesin menyerap kalor 800 J, maka usaha yang dilakukan dan kalor yang di lepas secara berturut-turut sebesar

A. -333,3 J dan 466,7 J
 B. 333,3 J dan -466,6 J
 C. 333,3 J dan 466,7 J
 D. 466,7 J dan -333,3 J
 E. 466,7 J dan 333,3 J

Alasan :

A. kalor yang dilepas adalah selisih antara kalor yang diserap dengan usaha
 B. kalor yang dilepas adalah jumlah antara kalor yang diserap dan usaha
 C. kalor yang dilepas lebih besar daripada kalor yang diserap
 D. kalor yang dilepas berbanding terbalik dengan suhu
 E. kalor yang dilepas tidak mempengaruhi efisiensi mesin



Gambar 6. Butir Soal Nomor 6

Wawancara mengungkapkan jawaban dan penjelasan dari pertanyaan pertama, bahwa siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dan sedang mampu mendesain diagram mesin pendingin dengan koefisien yang diinginkan seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai

N14 yang mengatakan bahwa “Nomor enam jawaban saya adalah E 466,667 J dan 333,3 J alasannya kalor dilepas yaitu selisih kalor diserap dan usaha. Karena diketahui $T_1 = 600\text{ K}$; $T_2 = 250\text{ K}$; $Q_1 = 800\text{ J}$; ditanya W dan Q; dijawab $T_1/T_2 = Q_1/Q_2 = 600/250 = 800/Q_2$; jadi $Q_2 = 800 \times 250 / 600$; $Q_2 = 333,333\text{ J}$;

untuk $W = Q_1 - Q_2$; $Q_1 = 800 \text{ J} - 333,333 \text{ J}$; $Q_2 = 466,667 \text{ J}$.

Sedangkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat rendah tidak dapat menjawab dengan benar dan hanya menebak seperti yang dijelaskan oleh salah satu siswa yang diwawancarai N12 yang mengatakan bahwa "Karena metode pengerjaan saya yang cuma saya kira² dan sebagian mengarang, karena sudah tidak begitu ingat dengan materi termodinamika ini, dan juga konsepnya, menurut saya, bila ingin mengerjakan soal fisika harus tahu konsepnya, tapi menurut saya fisika juga bisa dilogika, karena konsepnya saya lupa maka saya mengerjakannya cuma saya kira-kira saja kan walaupun itu mengandalkan keberuntungan yang besar, tapi ya mau bagaimana lagi saya kan lupa konsepnya, dari pada cuma mengarang kan, masih bisa dikira-kira".

Dari analisis berpikir tingkat tinggi siswa menggunakan instrumen soal hukum ke-2 Termodinamika diketahui bahwa jumlah siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi terbanyak terdapat pada soal nomor 2 yaitu tentang merumuskan proses yang irreversibel melalui besar entropi total dari suhu dan kalor yang diketahui dengan 28,35% siswa menjawab benar, sedangkan jumlah siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat rendah terbanyak pada soal nomor 5 dan 6 yaitu tentang membuat desain diagram alir suhu pada mesin pendingin dengan koefisien performa yang diinginkan

dan tentang mengkritisi siklus Carnot pada grafik P-V dengan menentukan nilai usaha yang dilakukan dan kalor yang dilepas melalui efisiensi mesin Carnotnya dengan 63% siswa menjawab salah pada kedua pertanyaan ini.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, disimpulkan bahwa instrumen yang digunakan adalah seperangkat instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam bentuk 6 butir soal two-tier multiple choice dan diberikan secara Online karena adanya pandemi Covid-19. Berdasarkan uji validitas dan reliabilitas, validitas isi dari instrumen penilaian keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dikembangkan memiliki kategori sangat layak. Validitas empiris sebanyak 100% soal dinyatakan valid. Instrumen soal yang dikembangkan memiliki rhitung = 0,674 dan dinyatakan reliabel dengan kriteria tinggi. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan pula bahwa, siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dan sedang mampu menyelesaikan persoalan yang ada dengan benar dan mampu untuk menjelaskannya. Sedangkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat rendah tidak dapat menjawab dengan benar, hanya menebak dan tidak tahu cara mengerjakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, N. L. Y., Darsikin, dan A. Hatibe. (2016). Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Gerak Lurus. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako*, 4(3): 36-41.
- Arikunto, S. (2010). *Metode penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2013) *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara, pp. 79.
- Azizah, R., Yuliati, L., & Latifah, E. (2015). Kesulitan Pemecahan Masalah Fisika pada Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 5(2), 44-50.
- Carmines, E. G. and Zeller, R. A. (1979) *Reliability and Validity Assessment*. Thousand Oaks, CA: Sage publications.
- Depdiknas. (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Departemen pendidikan nasional.
- Docktor, J.L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K.A., Mason, A., Ryan, Q.X. & Yang, J. (2016). *Assessing Student Written Problem Solutions: A Problem-Solving*

- Rubric With Application to Introductory Physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1) : 4 - 6.
- Giancoli, D. C. (2001). *Fisika Edisi Kellima Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ramos, J.L.S., Dolipas, B.B., Villamor, B.B. (2013). Higher Order Thinking Skills and Academic Performance in Physics of College Students: A Regression Analysis. *International Journal of Innovative Interdisciplinary Research*, 4 : 48- 60.
- Sugiarto, M., Amin, B. D., Yani, A. (2016). Studi Kemampuan Menyelesaikan Soal-soal Fisika Menurut Langkah Pemecahan Masalah Polya pada Peserta Didik XI IPA SMA Negeri 1 Baraka Kabupaten Enrekang. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 12(2): 183-191.
- Suwarna, I. P. (2016). *Pengembangan Instrumen Ujian Komprehensif Mahasiswa melalui Computer Based Test pada Program Studi Pendidikan Fisika*. Jakarta: Puslitpen UIN Jakarta.
- Syafiluddin, Sumiati dan Giyato., (2019). *Modul Penyusunan Soal Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (High Order Thinking Skill)*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Wijayanti, A., Palittin, I. D., & Bahri, S. (2019). Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Fisika Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Tanah Miring Merauke. *JPFT Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 7(1), 46-51.