

ANALISIS KEMAMPUAN SISWA MENYELESAIKAN SOAL BERBENTUK GRAFIK PADA MATERI USAHA GAS DI MADRASAH ALIYAH

Uwly Albab, Tomo Djudin, Erwina Oktaviany
Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Untan Pontianak
Email: albabuwly@gmail.com

Abstract

This research aimed to find out student's ability in solving the graph of work done by gas. The method of this research was a descriptive survey. 134 students of 12th grade in MAN 2 Pontianak were chosen as the sample of this research by using saturation sampling technique. Open-ended multiple choice items test (4 questions) and essay test (4 questions) were used to represent three indicators of student's ability, and unstructured interview was also used to find out the factors that caused students' error. Based on the analysis data, was found that the average of the ability of all sample in solving the graph of work done by gas was 39,03 (categorized as low). Based on the result of Mann Whitney U-Test, was found there is a significant difference ($z_{count}: 2,73 > z_{table}: 0,997$), that students with better mathematical ability (high group) have better ability in solving question on the graph of work done by gas than students with lower mathematical ability (low group). The students who were unable to solve the graph of work done by gas, were caused by low conceptual ability, low spatial ability, low remembering ability, low mathematical ability, and students' lack of interest in the subject. These findings are expected to be the references to improve the students' ability in solving the graph of work done by gas.

Keywords: *Descriptive, Graph, Work Done by Gas, Student's Ability.*

PENDAHULUAN

Salah satu kompetensi yang harus dicapai dalam pembelajaran fisika berdasarkan Permendikbud No. 21 Tahun 2016 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah ialah merumuskan permasalahan yang berkaitan dengan fenomena fisika benda, merumuskan hipotesis, mendesain dan melaksanakan eksperimen, melakukan pengukuran secara teliti, mencatat dan menyajikan tabel dan grafik, menyimpulkan, serta melaporkan hasilnya secara lisan maupun tertulis (BSNP, 2016). Standar tersebut menjadi dasar untuk memastikan siswa mencapai kompetensi lulusan. Namun fakta di lapangan, pembelajaran fisika belum sesuai dengan standar kompetensi ini. Hal ini karena siswa dituntut untuk dapat menggunakan berbagai metode untuk memahami dan menerjemahkan kata, tabel,

grafik, persamaan, diagram, dan peta (Redish dalam Ornek, Robinson, dan Haugan, 2008).

Pembelajaran sains khususnya fisika merupakan pembelajaran yang berbasis konsep dan keterampilan proses. Keterampilan proses ini dikenal dengan keterampilan proses sains (KPS). Menurut Rustaman, dkk (2005 : 30), keterampilan proses sains adalah keterampilan yang melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif atau intelektual, manual dan sosial. Adapun jenis-jenis keterampilan proses sains yaitu keterampilan mengamati, keterampilan mengklasifikasi, keterampilan merumuskan hipotesis, keterampilan merencanakan penelitian, keterampilan melakukan penelitian, keterampilan menafsirkan dan keterampilan mengomunikasikan.

Salah satu keterampilan menafsirkan yang harus dikuasai siswa adalah

keterampilan menafsirkan grafik. Keterampilan menafsirkan grafik merupakan salah satu bentuk dari pengetahuan prosedural. Pengetahuan prosedural merupakan pengetahuan tentang bagaimana melakukan sesuatu, yang meliputi pengetahuan keterampilan algoritma, teknik-teknik, metode-metode, dan penentuan kriteria pengetahuan atau pembenaran “ketika melakukan” dalam ranah dan mata pelajaran tertentu (Kuswana, 2012).

Menafsirkan grafik itu penting dalam fisika karena grafik mampu memberikan informasi kuantitatif yang mudah dipahami. Selain itu, data yang disajikan dengan grafik menjadi lebih mudah dipahami bila dibanding dengan data yang disajikan dalam bentuk kalimat uraian. Kemampuan menganalisis grafik dalam bentuk kalimat verbal maupun non verbal sangat diperlukan oleh siswa, khususnya pada bidang fisika. Kemampuan menganalisis data yang dimaksud mencakup kemampuan membuat grafik, mengungkapkan makna fisis pada grafik, melakukan prediksi dan interpretasi serta melakukan transformasi grafik (Nugroho & Darsono, 2007).

Bentuk representasi grafik memiliki hubungan yang tidak terpisahkan dengan konsep. Dalam *Trends in International Mathematic and Science Study* (TIMSS), sebanyak 20% soal menguji tentang penafsiran grafik. Hal ini menunjukkan representasi grafik memiliki peranan yang penting dalam pengetahuan (Mustain, 2013). Sehingga dapat disimpulkan bahwa grafik memuat banyak informasi yang harus siswa pahami dalam pembelajaran fisika.

Salah satu materi fisika yang menggunakan banyak representasi adalah materi proses termodinamika. Konsep pada proses termodinamika banyak disajikan hubungan antara parameter fisika, yaitu menggunakan grafik. Konsep-konsep proses termodinamika meliputi tekanan (P), volume (V), dan usaha (W). Materi termodinamika khususnya tentang usaha pada gas merupakan yang paling banyak dibahas menggunakan grafik. Sehingga penanaman konsep tentang grafik termodinamika merupakan hal penting

untuk dipahami pada sub materi usaha pada gas. Untuk memahami konsep tersebut, maka siswa dituntut untuk melatih kemampuan interpretasi khususnya pada grafik termodinamika (Subali, 2015).

Terkait dengan grafik termodinamika, banyak siswa yang masih mengalami kesalahan dalam menafsirkan grafik pada proses termodinamika. Hal ini sesuai dengan hasil ulangan tengah semester (UTS) fisika pada kelas XI IPA 1 MAN 2 Pontianak semester genap tahun ajaran 2017/2018, bahwa pada 5 soal termodinamika, dari 36 siswa kelas XI IPA 1, 92% siswa salah menyelesaikan soal berbentuk grafik, artinya hanya 3 (tiga) orang saja yang menjawab soal tersebut dengan benar.

Berdasarkan informasi dari guru fisika MAN 2 Pontianak yang mengajar materi tersebut, pembelajaran pada proses termodinamika masih dirasakan cukup sulit oleh siswa karena siswa masih belum mampu menafsirkan grafik PV (tekanan terhadap volume). Bentuk kesalahan yang dialami siswa dalam menafsirkan grafik termodinamika yaitu mereka tidak dapat menentukan besaran yang didapat dari grafik, tidak dapat mengenal jenis proses pada grafik, dan penyebab – penyebab lainnya yang belum dapat diketahui guru yang bersangkutan.

Selain itu, berdasarkan nilai rata-rata ujian nasional, khususnya di MAN 2 Pontianak yang menunjukkan nilai fisika merupakan nilai terendah kedua setelah matematika, yaitu 49,22 di tahun 2017, terendah ketiga di tahun 2016 yaitu 52,19 dan terendah di tahun 2015 yaitu 45,27 (Kemendikbud, 2017). Sedangkan soal-soal ujian nasional Fisika tingkat SMA, sering dijumpai soal pada materi termodinamika yang berbentuk grafik. Hal ini dapat dilihat dari soal lima tahun terakhir, yaitu tahun 2013 hingga 2017, dengan semua paket soal berjumlah 31 soal materi termodinamika, dan yang memuat grafik sebanyak 15 soal. Hal ini menunjukkan bahwa grafik pada materi termodinamika sering muncul, sehingga dapat diprediksi soal-soal tahun berikutnya juga akan disajikan dalam bentuk grafik PV . Untuk

itu, siswa harus menguasai materi termodinamika dan dapat membaca grafik *PV*.

Meskipun banyak penelitian yang meneliti kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal grafik pada materi fisika, namun belum banyak yang meneliti kemampuan siswa dalam menafsirkan grafik pada materi termodinamika beserta faktor penyebab kesalahannya. Salah satunya ialah Suroso (2013) meneliti tentang kesalahan siswa mengerjakan soal termodinamika secara umum, bukan khusus grafik.

Oleh karena itu, diperlukan penelitian deskripsi untuk mengetahui bentuk-bentuk kesalahan siswa menafsirkan grafik termodinamika, mengetahui kemampuan siswa menafsirkan grafik termodinamika, dan mengetahui faktor-faktor penyebab siswa mengalami kesalahan menafsirkan grafik termodinamika.

Manfaat dari mengungkap kemampuan dan kesalahan penafsiran siswa tentang grafik yaitu : (1) guru dapat melakukan tindakan untuk mereduksi kesalahan siswa menafsirkan grafik proses termodinamika, (2) guru dapat menjadikan hasil kesalahan penafsiran grafik termodinamika siswa sebagai salah satu acuan untuk memperbaiki kemampuan penafsiran siswa pada grafik proses termodinamika, (3) guru dapat meningkatkan kemampuan konseptual siswa pada pokok bahasan tentang grafik termodinamika.

Dengan demikian, penelitian deskripsi tentang menganalisis kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal berbentuk grafik pada materi usaha gas di MAN 2 Pontianak rasional untuk dilakukan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif survey. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XII MAN 2 Pontianak tahun ajaran 2019/2020 yang terdiri dari empat kelas yang berjumlah 149 siswa.

Jumlah sampel minimal yang dalam penelitian ini menggunakan *sample size calculator*. Dengan taraf signifikansi 5% dan besar tingkat kepercayaan sebesar 95 %, maka diperoleh sampel minimum sebesar 108 siswa.

Namun, penarikan sampel atau *sampling* dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik sampel jenuh, sehingga jumlah sampel yang diteliti sebanyak 134 siswa.

Alat pengumpul data yang digunakan pada penelitian ini berupa tes tertulis dan wawancara tidak terstruktur. Tes tertulis dalam penelitian berbentuk 4 soal pilihan ganda dengan alasan terbuka dan 4 esai yang meliputi empat indikator soal, yaitu: menentukan grafik dari proses termodinamika yang diketahui; menentukan grafik yang benar dari keadaan gas; menentukan suhu yang lebih tinggi pada dua proses isothermal; menentukan jenis proses yang terjadi berturut-turut; dan menghitung usaha yang dilakukan atau diterima oleh gas.

Wawancara tidak terstruktur digunakan untuk mengumpulkan data penyebab kesalahan siswa menyelesaikan soal grafik termodinamika. Soal wawancara diambil dari sebagian soal penelitian yang dianggap mewakili masing - masing indikator kemampuan. Soal berbentuk uraian sehingga penyebab kesalahan siswa lebih mudah digali. Adapun jumlah soal wawancara adalah 4 buah soal yang terdiri dari indikator, yaitu: menentukan grafik jika diketahui deskripsi keadaan gas; menentukan sifat gas jika diketahui grafik; menentukan jenis proses gas dari grafik yang diketahui; dan menentukan usaha gas dari grafik yang diketahui.

Tes tertulis telah divalidasi oleh satu orang dosen Pendidikan Fisika FKIP Untan dan dua orang guru fisika, dengan hasil validasi bahwa soal tes tertulis (tes pilihan ganda dan esai) layak digunakan dengan rata-rata validitas sebesar 4 (tinggi). Berdasarkan hasil uji coba soal yang dilakukan di SMA Negeri 1 Pontianak diperoleh keterangan bahwa tingkat realibilitas soal tes pilihan ganda sebesar 0,47 (realibel sedang) dan tingkat realibilitas sebesar 0,84 (realibel sangat tinggi). Prosedur dalam penelitian ini terdiri dari tiga tahap, sebagai berikut :

Tahap Persiapan

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap persiapan antara lain: (1) mempelajari literatur-literatur yang berkaitan dengan

penelitian; (2) melaksanakan prariset di MAN 2 Pontianak; (3) mempersiapkan instrumen penelitian; (4) memvalidasi instrumen penelitian; (5) merevisi instrumen penelitian berdasarkan masukan dari validator; (6) mempersiapkan surat mohon riset dan surat tugas dari FKIP Untan; (7) melakukan observasi untuk menentukan sampel dan waktu penelitian; (8) mengujicobakan instrumen yang telah direvisi pada siswa di SMA Negeri 1 Pontianak; (9) menghitung reliabilitas instrumen penelitian.

Tahap Pelaksanaan

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pelaksanaan antara lain: (1) memberikan soal tes tertulis (pilihan ganda dan esai) pada siswa MAN 2 Pontianak; (2) mewawancarai jawaban siswa MAN 2 Pontianak.

Tahap Akhir

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap akhir antara lain: (1) menganalisis data jawaban tes tertulis siswa; (2) menganalisis data hasil wawancara dengan siswa (3) mendeskripsikan hasil pengolahan data dan menyimpulkan sebagai jawaban dari masalah penelitian; (4) menyusun laporan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini dilakukan di MA Negeri 2 Pontianak pada tanggal 21, 22, 24, dan 27 Agustus 2019 terhadap seluruh siswa kelas XII MIPA tahun ajaran 2019/2020 sebanyak empat kelas. Jumlah siswa dari empat kelas tersebut adalah 149 siswa. Empat kelas tersebut diampu oleh guru mata pelajaran yang sama dan telah mempelajari materi termodinamika pada semester genap kelas XI. Terkumpul data jawaban siswa sebanyak 134 orang.

Soal yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 4 soal pilihan ganda dengan alasan terbuka dan 4 soal esai dengan durasi pengerjaan soal selama 50 menit. Soal yang diberikan mengandung 3 indikator kemampuan, yaitu kemampuan menyelesaikan soal berbentuk grafik ke verbal (Indikator A), kemampuan menyelesaikan soal berbentuk verbal ke grafik (Indikator B), dan kemampuan menentukan usaha gas (Indikator C).

Profil Kemampuan Siswa Menyelesaikan Soal Grafik Usaha Gas

Data hasil jawaban siswa dalam menyelesaikan soal grafik usaha gas secara keseluruhan ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Profil Kemampuan Siswa

Indikator Kemampuan	Nomor Soal	Jumlah skor siswa	Skor yang diperoleh/skor ideal	Kemampuan Siswa
Menyelesaikan soal berbentuk verbal ke grafik	1	585	1130/1340	84,33
	2	545		
Menyelesaikan soal berbentuk grafik ke verbal	3	120	670/1340	50
	4	550		
Menyelesaikan soal menentukan usaha gas	5	737	2070/7236	28,61
	6	292		
	7	372		
	8	669		
Kemampuan total				39,03

Nilai rata-rata per indikator kemampuan didapat dari keseluruhan skor siswa masing-masing indikator dibagi jumlah skor ideal

dikali jumlah nilai maksimum (rentang nilai 0-100), sedangkan nilai kemampuan rata-rata

total didapat dari skor total seluruh siswa dibagi skor ideal.

Skor ideal adalah skor yang ditetapkan dengan asumsi bahwa setiap siswa pada setiap pertanyaan memberi jawaban dengan skor

tertinggi. Data jawaban siswa kemudian dianalisis dan dikategorikan, sehingga didapat profil kemampuan siswa yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Profil Rata-Rata Kemampuan Siswa

Indikator Kemampuan	Kemampuan rata - rata	Kategori
Menyelesaikan soal berbentuk verbal ke grafik	84,33	Tinggi
Menyelesaikan soal berbentuk grafik ke verbal	50,00	Sedang
Menyelesaikan soal menentukan usaha gas dari grafik	28,61	Rendah
Kemampuan total	39,03	Rendah

Perbedaan Kemampuan Siswa Menyelesaikan Soal Berbentuk Grafik Usaha Gas Berdasarkan Hasil Belajar Matematika

Hasil analisis jawaban tes diagnostik siswa pada *pretest* dan *posttest* dikategorikan dalam tiga penggolongan, yaitu: konsepsi ilmiah (siswa menjawab dengan konsepsi benar), miskonsepsi (siswa menjawab dengan miskonsepsi yang akan diteliti), dan lain-lain (siswa menjawab dengan miskonsepsi lainnya, atau tidak memberikan alasan, atau dengan alasan yang kurang jelas). Deskripsi tentang bentuk-bentuk konsepsi siswa disajikan pada tabel 3.

Untuk menganalisis apakah ada perbedaan kemampuan siswa menyelesaikan soal grafik usaha gas berdasarkan kelompok rendah dan kelompok tinggi menurut hasil belajar matematika, terlebih dahulu ditentukan siswa yang termasuk kelompok rendah dan kelompok tinggi. Dengan menggunakan perhitungan standar deviasi dan rata-rata nilai siswa, didapat terdapat 15 orang yang termasuk ke dalam kelompok rendah, dan 26

orang yang termasuk ke dalam kelompok tinggi.

Data hasil penelitian setelah dilakukan uji normalitas dengan uji chi kuadrat ternyata tidak berdistribusi normal, hipotesis statistik merupakan hipotesis komparatif, dan sampel terdiri atas dua sampel yang tidak berhubungan (*independen*) sehingga uji statistik yang digunakan adalah uji Mann Whitney U Test. Adapun formulasi hipotesis sebagai berikut :

H_0 = tidak terdapat perbedaan kemampuan siswa yang signifikan dalam menyelesaikan soal grafik usaha gas antara kelompok rendah dan kelompok tinggi berdasarkan hasil belajar matematika.

H_1 = terdapat perbedaan kemampuan siswa yang signifikan dalam menyelesaikan soal grafik usaha gas antara kelompok rendah dan kelompok tinggi berdasarkan hasil belajar matematika

Setelah dilakukan uji statistik, berikut hasil yang diperoleh terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Mann Whitney U-Test

Kelompok	Jumlah siswa (n)	Zhitung	Ztabel
Rendah	15	2,73	0,997
Tinggi	26		

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai Z_{hitung} lebih besar daripada nilai Z_{tabel} sehingga H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa antara kelompok rendah dan kelompok tinggi siswa menurut hasil belajar matematika memiliki kemampuan

berbeda yang signifikan dalam menyelesaikan soal berbentuk grafik usaha gas.

Setelah uji statistik, dibuat profil kemampuan siswa berdasarkan kelompok rendah dan kelompok tinggi pada Tabel 4.

Tabel 4. Profil Kemampuan Berdasarkan Hasil Belajar Matematika

Indikator Kemampuan	Rata-rata kemampuan siswa antar kelompok	
	Rendah	Tinggi
Menyelesaikan soal berbentuk verbal ke grafik	70,00	90,38
Menyelesaikan soal berbentuk grafik ke verbal	46,67	50,00
Menyelesaikan soal menentukan usaha gas	22,22	35,33
Kemampuan total	29,96	42,89

Profil Kesalahan Siswa Menyelesaikan Soal Grafik Usaha Gas

Profil kesalahan siswa didapat berdasarkan hasil jawaban siswa dengan menyertakan alasan untuk pilihan ganda,

sedangkan untuk soal esai, dianalisis jawaban siswa dengan cara penyelesaiannya. Kemudian kesalahan siswa dianalisis dan dikategorikan yang ditunjukkan oleh tabel 5.

Tabel 5. Profil Kesalahan Siswa

Indikator	Bentuk kesalahan	Kesalahan	
		Jumlah	%
• Menyelesaikan soal berbentuk verbal ke grafik (A)	Salah memahami pengertian isokhorik	2	0,37 %
	Salah/tidak memahami grafik	30	5,60 %
• Menyelesaikan soal berbentuk grafik ke verbal (B)	Menganggap tekanan pada grafik adalah suhu	19	3,54 %
	Menganggap grafik turun menunjukkan suhu yang turun	3	0,56 %
	Menganggap jika tekanan turun, maka suhu akan turun	1	0,19 %
	Menganggap jika tekanan lebih tinggi, maka suhu lebih rendah	1	0,19 %
	Tidak memahami maksud soal	4	7,46 %
	Tidak ada alasan/alasan tidak jelas	113	21,08 %
	Tidak menjawab	4	0,75 %
• Menyelesaikan soal menentukan usaha gas	Tidak tepat menuliskan data yang diketahui maupun ditanyakan	170	31,72 %
	Tidak menggunakan rumus yang tepat	151	28,17 %
	Salah menuliskan simbol	17	3,17 %
	Tidak mengubah satuan	304	56,72 %
	Terbalik menggunakan rumus sehingga tandanya terbalik	59	11,01 %
	Tidak mencari nilai suhu, tetapi langsung memasukkan nilai $T=0$ dan $T=1$	63	11,75 %
	Salah memasukkan data ke dalam rumus	9	1,68 %
	Tidak menulis satuan	158	29,48 %
	Tidak menyelesaikan perhitungan	1	0,19 %
	Salah mengoperasikan perhitungan	1	0,19 %
	Tidak mengisi jawaban	162	30,22 %

Faktor Penyebab Kesalahan Siswa Menyelesaikan Soal Grafik Usaha Gas

Faktor penyebab kesalahan siswa dianalisis dengan melakukan wawancara terhadap 9 orang siswa masing-masing 3 orang dari kelompok rendah, sedang, dan

tinggi berdasarkan hasil tes. Setiap orang ditanyakan dengan soal yang sama dan masing-masing memberi jawaban sesuai pengetahuan mereka. Kemudian hasil jawaban dianalisis dan didapat hasil seperti tabel 6.

Tabel 6. Faktor Penyebab Kesalahan Siswa

No	Faktor Penyebab Kesalahan Siswa	Jumlah Siswa	Kode Siswa	Persentase
1	Kemampuan konseptual tentang grafik rendah	9	Semua	100 %
2	Kemampuan mengingat rendah	9	Semua	100 %
3	Kemampuan spasial siswa rendah	6	A,B,D,E,F,I	66,67 %
4	Minat terhadap pelajaran rendah	2	B,E	22,22 %
5	Kemampuan berhitung/matematis rendah	1	B	11,11 %

Kemudian, dari tabel 6 dapat diuraikan cuplikan rekapitulasi hasil wawancara kesiswa yang dimuat berdasarkan indikator kemampuan pada penelitian ini. Berikut cuplikan hasil wawancara kesiswa.

Menentukan grafik jika diketahui deskripsi keadaan gas

Wawancara dilakukan dengan menyajikan sebuah pernyataan tentang keadaan gas, siswa diminta untuk menentukan grafik P-V yang benar sesuai deskripsi tersebut. Berikut ini kesalahan penafsiran siswa pada indikator ini sebagai berikut.

Saat dilakukan wawancara, siswa diminta untuk menggambarkan grafik suatu gas yang dipanaskan di dalam kaleng, sehingga tekanannya bertambah. Namun, siswa tidak dapat mengerjakannya. Berikut cuplikan hasil wawancaranya.

Peneliti : *Bagaimana gambar grafik untuk soal nomor 1?*

Siswa A, B, C, D, E, F : Tidak tahu, kak.

Siswa G, H, I : (menggambar grafik dengan benar)

Peneliti (A,B,C,D,E,F) : *Mengapa tidak tahu?*

Siswa A, B, C, D, E, F : Tidak mengerti, kak.

Peneliti (G,H,I) : *Mengapa gambarnya begini?*

Siswa G, H, I : Karena tekanannya naik volumenya tetap, jadi ke naik atas.

Peneliti (A,B,C,D,E,F) : *Saat di kelas, mengerti atau tidak?*

Siswa B, D, E, F : Tidak, karena tidak suka fisika jadi sulit mengerti

Siswa A, C : Mengerti, hanya saja lupa karena tidak belajar kak

Berdasarkan wawancara, siswa A, B, C, D, E, F memiliki kemampuan konseptual yang rendah, sedangkan siswa A dan C juga memiliki kemampuan mengingat yang rendah.

Menentukan sifat gas jika diketahui grafik grafik gas

Siswa diminta menentukan pernyataan yang benar dari beberapa pernyataan, siswa bebas memilih beberapa pernyataan tersebut. Ketika diberikan grafik dengan 2 jenis gas dengan proses isothermal dan keduanya berekspansi, siswa cenderung menyatakan bahwa suhu kedua gas turun. Berikut cuplikan wawancaranya.

Peneliti : *Apa jawaban yang benar untuk nomor 2? boleh lebih dari satu.*

Siswa A, B, D, E, F, I : Suhu A dan B nya turun, kak.

Siswa C, G, H : Suhu A dan B tetap kak, dan suhu A lebih tinggi dari B

Peneliti(A,B,D,E,F,I) : *Mengapa suhu keduanya turun?*

Siswa A, B, D, E, F, I : Karena grafiknya turun ke bawah kak

Peneliti (C,G,H) : Mengapa suhunya tetap?

Siswa C, G, H : Karena diketahui isothermal kak, kan isothermal suhunya konstan

Peneliti(A,B,C,D,E,F,I): Kenapa jawab itu?

Siswa A, B, D, E, F, I : Nebak kak.

Peneliti (C,G,H) : Mengapa suhu A lebih besar dari B?

Siswa C, G, H : Karena kan tekanan nya lebih besar, jadi suhunya lebih besar

Berdasarkan wawancara, siswa A, B, D, E, F, I memiliki kemampuan konseptual yang rendah tentang grafik.

Menentukan proses gas dari grafik yang diketahui

Siswa diminta menentukan nama proses gas dari grafik yang diketahui. Terdapat 3 proses gas pada grafik, siswa tahu konsep proses gas tersebut namun tidak ingat nama istilahnya dalam fisika, siswa juga ada yang tidak tahu konsep tentang grafik. Berikut cuplikan wawancaranya.

Peneliti : Apa nama proses masing-masing dari A-B-C-A?

Siswa A, G, H, : Lupa kak namanya, tapi AB tu yang volumenya tetap, BC tekanannya tetap, kalau CA isothermal suhunya tetap

Siswa C, D, E, F, : Tidak tahu, kak.

Siswa B, I : Ndak ngerti kak, ndak suka fisika.

Berdasarkan wawancara, siswa A, G, H mempunyai kemampuan ingatan yang rendah, sedangkan siswa B, C, D, E, F memiliki kemampuan konseptual yang rendah, dan siswa B dan I memiliki minat belajar yang rendah terhadap materi.

Menentukan usaha gas dari grafik yang diketahui

Siswa diminta menentukan usaha gas yang berproses isokhor, kemudian berproses isobarik ekspansi. Siswa menganggap perlu menarik garis dari A ke C sehingga terbentuk segitiga, kemudian dihitung luas segitiga tersebut, ada juga yang menganggap dengan menghitung sisi miringnya saja, dan ada yang beranggapan hanya dengan menghitung panjang BC. Berikut cuplikan wawancaranya.

Peneliti : Bagaimana cara menghitung usaha dari A ke C?

Siswa A, G : Tarik garis A ke C, lalu hitung luas segitiga kak.

Siswa C : Hitung panjang A ke C kak, pakai phytagoras.

Siswa H : Kan usaha AB nol, jadi usahanya sama dengan panjang B ke C jak

Siswa B, D, E, F, I : Ndak tau kak.

Peneliti(A,G,C,H) : Yakin?

Siswa A,G,C,H : Ndak kak.

Peneliti(B,D,E,F,I) : Mengapa ndak tahu?

Siswa B : Ndak ngerti kak, malas ngitungnya juga

Siswa D, E, F, I : Emang ndak ngerti kak.

Berdasarkan wawancara, semua siswa mempunyai kemampuan konseptual yang rendah, dan siswa B memiliki kemampuan hitung

Pembahasan

Profil Kemampuan Siswa Menyelesaikan Soal Grafik Usaha Gas

Rata-rata kemampuan siswa menyelesaikan soal berbentuk verbal ke grafik (kemampuan A) adalah 84,33. Kemampuan ini tergolong kategori tinggi dengan acuan kemampuan menurut Sugiyono, yaitu jika skor yang dicapai di atas 75 % dari skor maksimal, maka kemampuan siswa termasuk kategori tinggi. Hal ini dapat terjadi karena kemampuan A tergolong kategori mudah, sehingga tingkat kesulitan soal juga lebih mudah dibandingkan yang lain. Hal ini sesuai dengan penelitian Yaumul (2016) yang menyatakan kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal dari deskripsi tekstual ke grafik kinematika memiliki tingkat kemampuan paling tinggi di antara kemampuan lainnya.

Kemampuan rata-rata siswa menyelesaikan soal berbentuk grafik ke verbal (kemampuan B) adalah 50,00. Nilai ini termasuk ke dalam kategori sedang karena berada di antara 45%-75% dari skor maksimal. Hal ini dapat terjadi karena tingkat kesulitan tidak terlalu sulit namun tidak mudah.

Kemampuan rata-rata siswa menyelesaikan soal menentukan usaha gas dari grafik yang diketahui (kemampuan C) adalah hanya 28,61. Hal ini termasuk kategori rendah karena berada di bawah 45 % skor maksimal,

atau di bawah nilai 45. Hal ini karena dibutuhkan pengetahuan yang lebih mendalam untuk menyelesaikan soal – soal terkait kemampuan C. Siswa harus memiliki kemampuan spasial untuk memahami grafik, serta harus memiliki kemampuan konseptual untuk menentukan penyelesaian yang tepat, serta harus memiliki ketelitian dan kemampuan matematis.

Persentase rata-rata kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal grafik usaha gas secara keseluruhan tergolong rendah (di bawah 45 % skor maksimal), yaitu sebesar 39,03. Hal ini disebabkan siswa paling sedikit mendapatkan skor pada indikator kemampuan C (menentukan usaha gas), yaitu sebesar 28,61. Sementara indikator C memiliki bobot paling besar dibandingkan indikator lain.

Perbedaan Kemampuan Siswa Menyelesaikan Soal Berbentuk Grafik pada Materi Usaha Gas Berdasarkan Hasil Belajar Matematika

Penelitian ini menemukan adanya perbedaan kemampuan yang signifikan antara siswa kelompok rendah dan kelompok tinggi berdasarkan hasil uji Mann Whitney U Test dengan nilai $z_{hitung} 2,730 > z_{tabel} 0,997$. Rata-rata persentase kemampuan yang dicapai kelompok tinggi (42,89) lebih tinggi dibandingkan kelompok rendah (29,96). Data ini sekaligus memperlihatkan kemampuan menyelesaikan soal grafik usaha gas baik siswa kelompok tinggi maupun siswa kelompok rendah masih tergolong dalam kategori rendah karena persentase pencapaiannya tidak lebih dari 45% dari skor maksimal.

Jika meninjau skor yang dicapai kedua kelompok pada tabel 4, maka ditemukan perbedaan dalam setiap indikator kemampuan, yang menunjukkan siswa kelompok tinggi selalu lebih tinggi daripada siswa kelompok rendah. Dengan uji statistik yang telah dilakukan, semakin memperkuat perbedaan tersebut. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kemampuan matematika siswa, maka semakin tinggi pula kemampuan menyelesaikan soal berbentuk grafik usaha gas, begitu pula sebaliknya. Khairunnisa (2013) juga menemukan bahwa kemampuan interpretasi grafik berhubungan positif dengan kemampuan siswa, yaitu dapat membantu siswa dalam menjawab soal tes literasi sains PISA.

Profil Kesalahan Siswa Menyelesaikan Soal Grafik Usaha Gas

Profil kesalahan siswa menyelesaikan soal berbentuk verbal ke grafik dan grafik ke verbal

Berdasarkan Tabel 5, sebanyak 21,08 % siswa yang memilih jawaban salah tidak memberikan alasan serta memberikan alasan yang tidak berhubungan dengan jawaban yang mereka pilih, hal ini menunjukkan siswa mengisi jawaban dengan menebak. Selain itu, terdapat 0,75 % siswa yang tidak menjawab, hal ini jelas siswa tidak mengetahui jawabannya. Kedua hal ini sebenarnya bukan merupakan jenis kesalahan, namun karena terhitung jawaban yang salah, maka tetap dimasukkan ke dalam tabel profil kesalahan.

Kesalahan yang paling banyak dilakukan siswa adalah tidak memahami grafik atau salah memahami grafik, yaitu sebanyak 5,60 %. Hal ini dapat diketahui dari alasan siswa yang menyalahartikan grafik yang diketahui maupun grafik yang mereka pilih. Seperti pada soal nomor 2, siswa diminta menentukan grafik yang sesuai untuk gas yang tekanannya bertambah dan volumenya tetap, namun siswa memilih grafik yang menunjukkan tekanan dan volume bertambah. Hal ini menunjukkan siswa tidak mengerti arti grafik yang mereka pilih.

Konsep yang salah juga menyebabkan siswa salah memilih jawaban, seperti kesalahan siswa yang menganggap jika tekanan turun maka suhu turun (0,56 %) dan menganggap tekanan berbanding terbalik dengan suhu (0,19 %). Kedua hal ini menunjukkan siswa mengalami kesalahan konsep fisika. Menurut Subali,dkk (2015), kemampuan membaca grafik baik mengamati, mengklasifikasi maupun menafsirkan berkorelasi dengan kemampuan konseptual siswa. Walaupun kesalahan konsep yang terdeteksi sedikit, namun bukan berarti siswa lain tidak mengalami kesalahan konsep. Kesalahan ini terdeteksi karena alasan siswa yang menuliskan konsep yang salah, sedangkan banyak sekali siswa tidak menuliskan alasan.

Kesalahan yang spesifik berikutnya adalah siswa menganggap tekanan pada grafik merupakan suhu (3,54 %). Kesalahan ini banyak terjadi pada soal nomor 3, yaitu soal yang menanyakan suhu gas pada grafik PV. Soal ini tergolong sulit karena siswa harus paham konsep dan mengetahui istilah dalam proses gas. Karena grafik PV tidak

menunjukkan parameter suhu, siswa jadi menganggap tekanan sebagai suhu, dan hanya siswa yang paham tentang isothermal yang dapat menjawab soal tersebut. Selain itu ada kesalahan siswa yang tidak memahami maksud soal (7,46 %). Hal ini dapat diketahui dari alasan siswa yang tidak sesuai dengan pertanyaan.

Kesalahan yang dapat diamati berdasarkan soal pilihan ganda ini hanya terbatas tiap siswa melakukan satu jenis kesalahan tiap soal. Oleh karena itu, jumlah kesalahannya lebih sedikit daripada kesalahan pada soal uraian yang memungkinkan siswa melakukan kesalahan-kesalahan yang berbeda dalam satu soal yang sama.

Profil kesalahan siswa menyelesaikan soal menentukan usaha gas dari grafik

Jenis kesalahan yang diteliti pada soal esai cenderung lebih banyak dan persentasenya lebih besar. Hal ini karena soal esai memungkinkan siswa melakukan banyak kesalahan dalam soal yang sama. Oleh karena itu, jumlah kesalahannya tidak dapat dijumlahkan untuk mengetahui total jumlah siswa yang salah.

Sebanyak 30,22 % siswa tidak mengisi jawaban. Hal ini berlaku untuk siswa yang mengosongkan lembar jawaban, maupun siswa yang menuliskan data yang diketahui, namun mengerjakan langkah penyelesaian. Kesalahan ini membuat semakin banyak jawaban siswa yang tidak dapat dianalisis, karena jawaban yang kosong tidak menunjukkan kesalahan apapun.

Kesalahan awal yang terjadi adalah siswa tidak tepat menuliskan data yang diketahui maupun ditanyakan (31,72 %) dan salah menuliskan simbol (3,17 %). Kesalahan ini dapat dilihat jika siswa menulis data yang diketahui dan ditanyakan. Jika siswa tidak menulis data tersebut tetapi mengisi jawabannya, maka siswa dianggap tidak melakukan kesalahan menuliskan data maupun simbol.

Kesalahan berikutnya adalah siswa tidak menggunakan rumus dengan tepat (28,17 %). Hal ini dapat diketahui jika siswa menuliskan rumus yang salah ataupun langsung melakukan perhitungan namun tidak sesuai dengan cara yang benar. Kesalahan ini mirip dengan kesalahan menggunakan rumus dengan tanda yang salah (11,01 %), yaitu paling sering

muncul di soal nomor 5. Proses gas menunjukkan gas berkompresi (negatif), namun jawaban siswa menganggap gas berekspansi (positif).

Kesalahan berikutnya tergolong rendah, yaitu kesalahan memasukkan data ke dalam rumus (1,68 %). Hal ini dapat diketahui jika siswa menuliskan dahulu rumus yang akan digunakan. Kesalahan yang mirip namun lumayan banyak adalah kesalahan konsep siswa yang menganggap nilai suhu adalah 0 dan 1 (11,75 %). Ini terjadi pada soal nomor 7, yang mengharuskan siswa mencari nilai suhu dahulu, namun siswa tidak ada satu pun yang mencari nilai suhunya.

Setelah itu, kesalahan yang paling sedikit adalah kesalahan hitung (0,19 %) dan kesalahan tidak menyelesaikan perhitungan (0,19 %). Kesalahan hitung sedikit karena perhitungan di soal memang dibuat tidak rumit, namun konsepnya lumayan rumit. Sehingga siswa yang tidak tahu konsep, banyak menebak dengan berhitung menggunakan rumus yang mereka buat sendiri, atau tidak mengisi perhitungan sama sekali.

Walaupun jawaban siswa benar, namun banyak siswa tidak mengubah satuan ke satuan internasional (56,72 %). Hal ini berlaku juga untuk siswa yang mengubah satuan, namun tidak tepat. Selain itu, siswa yang tidak mengubah satuan kebanyakan juga tidak menuliskan satuan (29,48 %). Kesalahan tentang satuan ini paling banyak karena siswa tidak teliti dengan pertanyaan yang mengharuskan mengubah satuan ke satuan internasional.

Faktor Penyebab Kesalahan Siswa Menyelesaikan Soal Grafik Usaha Gas

Berdasarkan hasil wawancara, faktor penyebab kesalahan siswa diketahui sesuai dengan tabel 4.6 di atas, sebanyak 100 % karena kemampuan konseptual siswa yang rendah. Hal ini dapat diketahui karena kebanyakan siswa tidak mengerti istilah – istilah proses gas yang ada di dalam soal, sehingga mereka tidak dapat menjawab soal – soal yang diberikan. Begitu pula ketika diberikan gambar grafik dengan dua proses isothermal, ketika disuruh mendeskripsikan, siswa kebanyakan memilih bahwa suhu gas turun karena bentuk kurva yang turun ke bawah, padahal proses isothermal merupakan proses gas dengan suhu tetap. Hal ini menunjukkan siswa memiliki kemampuan

konseptual yang rendah, baik terhadap konsep proses gas, maupun konsep tentang grafik usaha gas. Subali, dkk (2015) menemukan kemampuan menafsirkan berkorelasi terhadap kemampuan pemahaman konsep siswa. maka untuk menafsirkan grafik dengan baik maka diperlukan pemahaman konsep yang baik juga.

Faktor penyebab kesalahan kedua adalah kemampuan mengingat siswa yang rendah (100 %). Siswa mengaku tidak belajar atau mengulang materi walaupun telah diberitahu sebelumnya untuk mempersiapkan diri. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan ingatan siswa tergolong rendah. Penelitian Aini (2013) menemukan bahwa kemampuan ingatan mempengaruhi secara signifikan terhadap hasil belajar siswa dalam mata pelajaran fisika, temuan tersebut memperkuat alasan siswa tidak dapat menjawab soal.

Faktor kesalahan ketiga adalah kemampuan spasial siswa rendah (66,67 %). Kemampuan ini dapat terlihat ketika siswa diminta untuk menggambarkan grafik proses gas yang mengalami penambahan tekanan dengan volume tetap, namun mereka tidak dapat menggambarkannya. Yaumul (2016) juga mendapati bahwa penyebab kesalahan penafsiran grafik kinematika salah satunya karena rendahnya kemampuan spasial.

Minat terhadap materi yang ditanyakan juga mempengaruhi kesalahan siswa. Siswa mengaku tidak menyukai pelajaran fisika (22,22 %), sehingga tidak dapat mengerti materi yang diajarkan. Hal ini mempengaruhi kemampuan siswa sehingga siswa melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal. Afifah (2018) juga menemukan bahwa peningkatan minat terhadap materi fisika, dapat mempengaruhi peningkatan hasil belajar dan penurunan miskonsepsi.

Sebanyak 11,11 % siswa juga mengaku malas menghitung sehingga tidak dapat mengerjakan soal. Walaupun hitungan di soal dibuat mudah oleh peneliti, namun jawaban siswa menunjukkan siswa tidak suka soal berupa hitungan. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan hitung atau matematis siswa rendah, sehingga siswa tidak dapat menyelesaikan soal.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Secara umum dapat disimpulkan bahwa kemampuan menyelesaikan soal berbentuk

grafik materi usaha gas MAN 2 Pontianak masih tergolong rendah (rata-rata nilai 39,03). Secara khusus, hasil penelitian disimpulkan: (1) profil kemampuan siswa yaitu kemampuan menyelesaikan soal verbal ke grafik dengan nilai 84,33 (tinggi), kemampuan menyelesaikan soal grafik ke verbal dengan nilai 50,00 (sedang), dan kemampuan menyelesaikan soal menentukan usaha gas dari grafik dengan nilai 28,61 (rendah); (2) terdapat perbedaan kemampuan yang signifikan antara kelompok rendah dan kelompok tinggi berdasarkan hasil belajar matematika (3) profil kesalahan siswa dengan kesalahan yang banyak dilakukan, yaitu : (a) kesalahan siswa menyelesaikan soal berbentuk verbal ke grafik dan grafik ke verbal, yaitu salah/tidak memahami grafik (5,60%), tidak memahami maksud soal (7,46%), dan tidak ada alasan/alasan tidak jelas (21,08; (b) kesalahan menyelesaikan soal menentukan usaha gas, yaitu tidak tepat menuliskan data yang diketahui maupun ditanyakan (31,72%), tidak menggunakan rumus yang tepat (28,17%), tidak mengubah satuan (56,72%), tidak menulis satuan (29,48%), dan tidak mengisi jawaban (30,22%); (4) faktor penyebab siswa tidak mampu menyelesaikan soal grafik usaha gas adalah karena kemampuan konseptual rendah, kemampuan spasial rendah, kemampuan mengingat rendah, kemampuan matematis rendah, dan minat belajar siswa rendah.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini secara umum adalah sebagai berikut: (1) sebaiknya hasil temuan penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan remediasi untuk mereduksi kesalahan siswa menafsirkan grafik usaha gas; (2) sebaiknya guru membekali siswa kemampuan menafsirkan grafik dengan terlebih dahulu meningkatkan kemampuan konseptual tentang materi fisika, kemudian membekali pengetahuan-pengetahuan dasar grafik, dan lebih sering memberikan latihan soal tentang grafik

DAFTAR RUJUKAN

Aini, S. (2013). *Pengaruh Ingatan dan Kemampuan Berpikir Kritis terhadap Hasil Belajar Siswa dalam Mata Pelajaran Fisika di MA Madani*

- Alauddin Paopao Kabupaten Gowa. Jurnal Pendidikan Fisika 1(1) : 63 – 76.*
- BSNP. (2016). *Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah.* (online). (<http://bsnp-indonesia.org/standar-isi/>, diakses 1 Maret 2018).
- Kemendikbud. (2017). *Hasil Ujian Nasional* (online).(<https://puspendik.kemdikbud.go.id/hasil-un/>, diakses tanggal 1 Maret 2018).
- Khairunnisa, Intan Ayu. (2013). *Kemampuan Interpretasi Gambar dan Grafik Siswa dalam Tes Literasi Sains PISA dan Tes Kemampuan Dasar.* Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- Kuswana, Wowo Sunaryo. 2012. *Taksonomi Kognitif.* Bandung : Rosdakarya.
- Nugroho, S.E., & Darsono. (2007). *Model Pembelajaran Dengan Peningkatan Guided Inquiry Untuk Meningkatkan Kemampuan Interpretasi Grafik Pada Mahasiswa Fisika.* Laporan Penelitian. Semarang : FMIPA UNNES.
- Mustain, Ing. (2013). *Penggunaan Web-Based Inquiry Science Environment (WISE) Pada Pembelajaran Berbantuan Simulasi dalam Meningkatkan Kemampuan Interpretasi Grafik dan Kemampuan dalam Membuat Grafik Pada Konsep Gerak.* (online). (<http://repository.upi.edu> , diunduh 25 Juni 2018).
- Ornek, F., Robinson, W., & Haugan, M. (2008). *What Makes Physics Difficult.* International Journal of Environmental & Science Education. 3(1), 30-34.
- Rustaman, dkk. (2005). *Strategi Belajar Mengajar Biologi.* Bandung : FMIPA UPI.
- Subali, Bambang, dkk. (2015). *Analisis Kemampuan Interpretasi Grafik Kinematika pada Mahasiswa Calon Guru Fisika.* (online). (<http://portal.fi.itb.ac.id>, diunduh 1 November 2015).
- Suroso. (2016). *Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal-Soal Fisika Termodinamika Pada Siswa SMA Negeri 1 Magetan.* Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains. 4(1), 8-18
- Yaumilhaz, Parmalo. (2016). *Deskripsi Kemampuan Menafsirkan Grafik Kinematika Siswa Kelas X SMA Negeri 3 Sungai Kakap.* Skripsi. Pontianak: Universitas Tanjungpura.