

IDENTIFIKASI KEMAMPUAN PENALARAN ILMIAH SISWA SMA PADA MATERI SUHU DAN KALOR

Ety Rimadani¹, Parno², Markus Diantoro²
¹Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang
²Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 15-5-2017

Disetujui: 20-6-2017

Kata kunci:

*temperature and heat;
scientific reasoning patterns;
correlational reasoning;
proportional reasoning;
probabilistic reasoning;
suhu dan kalor;
pola penalaran ilmiah;
correlational reasoning;
proportional reasoning;
probabilistic reasoning*

ABSTRAK

Abstract: Scientific reasoning skills help students to explain concepts and argumentations, which is it's beneficial for student. This article aims to identification pattern of scientific reasoning student that used to solving problems in heat and temperature material. Type of research is descriptive quantitative with 97 students. Instrument is used 4 item essay test of scientific reasoning with reliability 0.726. the scientific reasoning analyze with the rubric that level and category from pattern of correlational reasoning, proportional reasoning, and probabilistic reasoning. Results of research shows that scientific of reasoning skills in correlational reasoning 44.3% students into category of NR (no relationship). Then, in proportional reasoning 24.7% students into category of AD (Additive). In the last, in probabilistic reasoning 62.8% students into category of AP (Approximate). So, the conclusion of the research is students still in low level of category of scientific reasoning skills.

Abstrak: Kemampuan penalaran ilmiah membantu siswa untuk menjelaskan suatu konsep dan berargumentasi, yang mana hal tersebut mendatangkan beberapa keuntungan bagi siswa. Artikel ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola penalaran ilmiah siswa yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan pada materi suhu dan kalor. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif, dengan subjek sebanyak 97 siswa. Instrumen yang digunakan berupa 4 butir soal uraian penalaran ilmiah dengan reliabilitas 0.726. Analisis penalaran ilmiah sesuai dengan rubrik level dan kategori dari pola *correlational reasoning*, *proportional reasoning*, dan *probabilistic reasoning*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penalaran siswa pada *correlational reasoning* paling banyak berkategori *NR (No Relationship)* sebesar 44,3%. Pada *proportional reasoning* paling banyak siswa berkategori *AD (Additive)* sebesar 24,7% dan pada *probabilistic reasoning* siswa paling banyak berkategori *AP (Approximate)* sebesar 62,8%. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah siswa masih tergolong rendah karena masih berada pada level-level terendah dalam kategori di tiap-tiap pola penalaran ilmiah yang digunakan pada butir soal.

Alamat Korespondensi:

Ety Rimadani
Pendidikan Fisika
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: et.rimadani@gmail.com

Konsep yang terkait dengan suhu dan kalor merupakan hal yang lazim dalam kurikulum sains di semua tingkat sekolah, dari sekolah dasar hingga sekolah menengah atas (NRC, 1996). Oleh karena itu, jumlah penelitian dan pembelajaran yang dikembangkan dalam topik pemahaman siswa pada materi suhu dan kalor telah banyak dilakukan. Hal tersebut dikarenakan Fisika merupakan sebuah subjek konseptual, miskonsepsi berkembang dari tingkat yang paling dasar dan penelitian di pendidikan Fisika telah menunjukkan bahwa siswa memiliki miskonsepsi di hampir semua topik (Ma-Naim, 2002; Aydogan, Günes & Gülçiçek., 2003; Rimadani, 2014).

Menurut de Berg (2008) masih terdapat penguasaan konsep yang tumpang tindih yang dimiliki oleh siswa mengenai materi suhu dan kalor. Misalnya, (i) Istilah 'kalor' dan 'suhu' seringkali digunakan secara sinonim, meskipun kalor merupakan *extensive property* dan suhu merupakan *intensive property*. (ii) Suhu dimaknai sebagai pengukuran kalor dan efek dari kalor. (iii) Istilah 'kalor' dan 'dingin' tidak dipahami sebagai fenomena dari suatu hal yang sama. 'Dingin' merupakan kebalikan dari 'panas'. (iv) Siswa membuat penilaian tentang suhu benda lebih berdasarkan material atau bahan benda daripada suhu yang berada di sekitar benda. Dengan demikian, siswa berpikir bahwa logam adalah dingin dan non logam adalah hangat. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa penguasaan konsep berhubungan dengan penalaran ilmiah. Rendahnya penguasaan konsep siswa dipengaruhi oleh kemampuan penalaran ilmiah siswa (Zimmerman, 2005). Kemampuan menalar siswa sangat dibutuhkan

dalam semua disiplin ilmu sebagai suatu kunci kemampuan yang efektif dalam pembelajaran (Lawson, 2004). Coletta, dkk., (2008) juga menyebutkan dalam penelitiannya bahwa penalaran ilmiah merupakan salah satu faktor yang memengaruhi prestasi belajar siswa dalam bidang sains dan fisika. Begitu pula menurut beberapa peneliti yang menyatakan bahwa kepedulian terhadap penelitian perkembangan penalaran formal telah menunjukkan peningkatan untuk keterkaitan keberhasilan siswa dalam sains dan matematika di perguruan tinggi dan sekolah menengah (Arons, 1976; Bauman, 1976; Griffiths, 1976; Herron, 1975; Karplus, 1978; Kolodyi, 1975; Lawson dan Renner, 1975; Sayre dan Ball, 1975; Suarez, 1977).

Keuntungan dari kemampuan penalaran ilmiah siswa adalah siswa mampu menjelaskan suatu konsep dengan baik. Siswa mampu membuat suatu argumentasi untuk membantu siswa mengembangkan pemahaman yang kuat dari suatu konten pengetahuan (Zohar dan Nemet, 2002). Ketika siswa membangun penjelasan, mereka secara aktif menggunakan prinsip ilmiah untuk menjelaskan perbedaan fenomena, serta membangun pemahaman yang mendalam dari suatu konten pengetahuan (McNeill & Krajcik, 2008) sehingga siswa mampu menguasai suatu konsep secara mendalam.

Sejauh ini, penelitian pola penalaran ilmiah yang dilakukan di tingkat SMA telah banyak dilakukan. Namun, instrumen yang digunakan terlalu umum dan kaku. Instrumen yang digunakan adalah tes pilihan ganda yang dikembangkan oleh Lawson (2000) yang lebih dikenal dengan LCTSR (*Lawson Class Test Scientific Reasoning*) dan tidak sesuai dengan subjek mata pelajaran yang akan diujikan ke siswa, yaitu materi suhu dan kalor. Oleh karena itu, penelitian ini mengidentifikasi kemampuan penalaran ilmiah menggunakan tes berbentuk uraian sehingga tiap jawaban siswa dapat dikategorikan sesuai dengan pola penalaran ilmiah yang digunakan pada soal secara detail dan komprehensif.

METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk mengidentifikasi penalaran ilmiah siswa pada materi suhu dan kalor. Penelitian menggunakan survei sebanyak 97 siswa kelas XI yang terdiri atas 33 siswa kelas XI MIA 4, 33 siswa XI MIA 5, dan 29 siswa kelas XI MIA 6 yang sudah mempelajari materi suhu dan kalor sebelumnya. Instrumen penelitian terdiri atas 4 butir soal uraian penalaran ilmiah (Reliabilitas 0.726) materi suhu dan kalor dengan sub materi yang digunakan pada soal yakni pemuai zat pada butir soal nomor 1, perpindahan kalor pada butir soal nomor 2, dan Azas black pada butir soal nomor 3, serta pengaruh kalor terhadap suatu zat pada butir soal nomor 4. Pada tiap-tiap butir soal merupakan butir soal dengan pola penalaran ilmiah yang berbeda-beda. Pola penalaran ilmiah yang digunakan pada penelitian ini adalah *correlational reasoning* digunakan pada butir soal nomor 1 dan 2, *probabilistic reasoning* digunakan pada butir soal nomor 3, dan *proportional reasoning* digunakan pada butir soal nomor 4. Pada tahapan mereduksi data, peneliti menggunakan rubrik penalaran ilmiah yang dikembangkan oleh Karplus, dkk (1970) dan Adi, dkk (1978) sesuai dengan tingkatan penalaran ilmiah yang digunakan.

Pola penalaran ilmiah yang pertama yaitu *correlational reasoning*, merupakan kemampuan menentukan hubungan dalam fenomena yang diteliti dengan membandingkan jumlah kasus yang dikonfirmasi dan tidak dikonfirmasi (kemampuan menghubungkan kejadian khusus atau observasi yang terdiri dari dugaan-dugaan). Pada pola penalaran ilmiah *correlational reasoning* terdapat kategori penilaian, yakni (a) Tidak menjawab (TM), dimana siswa tidak menjawab pertanyaan yang artinya siswa mengosongkan jawaban (Level 0); (b) *Intuitive*, siswa menebak jawaban, menggunakan bilangan-bilangan, operasi, atau strategi penyelesaian secara acak, jawaban tidak logis (Level 1); (c) *No Relationship (NR)*, dimana siswa memberikan alasan dan penjelasan, tetapi antara hal yang dijelaskan tidak saling berkaitan (Level 2); (d) *One Cell (OC)*, dimana siswa memberikan alasan dengan menjelaskan keterkaitan pada suatu permasalahan (Level 3); (e) *Two Cell (TC)*, dimana siswa memberikan alasan dengan menjelaskan keterkaitan pada dua permasalahan (Level 4); (f) *Correlation (C)*, dimana siswa memberikan alasan dan penjelasan secara tepat untuk semua permasalahan dengan menjelaskan keterkaitan antara permasalahan dan alasan (Level 5).

Pola penalaran ilmiah yang kedua *proportional reasoning* merupakan kemampuan siswa menafsirkan hubungan dalam situasi yang digambarkan oleh variabel yang diamati atau abstrak (kemampuan memberikan jawaban terhadap masalah yang menyangkut proporsional atau perbandingan). Kategori penilaian pada pola penalaran ilmiah ini adalah a) Tidak Menjawab (TM), dimana siswa mengosongkan jawaban (Level 0); b) *Intuitive (I)*, dimana siswa menebak jawaban, menggunakan bilangan-bilangan, operasi, atau strategi penyelesaian secara acak, serta jawaban tidak logis (Level 1); c) *Aditive (Ad)*, dimana siswa menggunakan strategi penyelesaian, tetapi fokus pada hal yang berbeda (Level 2); d) *Transitional (Tr)* dimana siswa Menerapkan dan menggunakan strategi persamaan dengan rasio dan menentukan nilai, tetapi tidak tepat (Level 3); e) *Ratio (R)*, dimana siswa menerapkan dan menggunakan strategi persamaan dengan rasio dan menentukan nilai secara tepat (Level 4).

Pola penalaran ilmiah yang ketiga yakni *probabilistic reasoning* merupakan kemampuan menggunakan informasi untuk menentukan apakah suatu kesimpulan berkemungkinan benar atau tidak atau kemampuan memahami berbagai kemungkinan yang terjadi pada suatu benda. Kategori penilaian pada pola penalaran ilmiah yakni (a) Tidak Menjawab (TM), dimana siswa mengosongkan jawaban dengan sengaja (Level 0); (b) *Intuitive (In)*, dimana siswa menebak jawaban, menggunakan bilangan-bilangan, operasi, atau strategi penyelesaian secara acak, jawaban tidak logis (Level 1); (c) *Approximate (Ap)*, dimana siswa memberikan penjelasan dan alasan dengan deskripsi kualitatif (Level 2); (d) *Quantitative (Qn)*, dimana siswa Memberikan penjelasan dan alasan dengan deskripsi kuantitatif (Level 3). Hasil dari 97 siswa kelas XI yang telah melakukan uji penalaran ilmiah dikategorikan sesuai dengan kriteria yang telah dideskripsikan di atas, yakni pengategorian sesuai dengan pola penalaran ilmiah masing-masing butir soal. Pada tahap ini peneliti menyajikan hasil dalam bentuk tabel dan mengidentifikasi aspek terpenting secara singkat.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil yang menunjukkan level penalaran ilmiah siswa. Pada butir soal pertama merupakan pertanyaan mengenai pemuaiian zat, dimana soal tersebut merupakan soal dengan pola penalaran ilmiah *correlational reasoning*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa dari 97 siswa, yang tidak menjawab pertanyaan tersebut ada 13 siswa, dalam menjawab pertanyaan lebih banyak siswa menjawab dengan pola penalaran ilmiah berkategori *NR* sebanyak 43 siswa. Siswa belum bisa memberikan alasan dan penjelasan menjawab pertanyaan tersebut, artinya jawaban siswa tidak berhubungan antara alasan dan penjelasannya. Misalnya, siswa menjawab bahwa “*baja akan memanjang dari ukuran sebelumnya ketika dipanaskan, karena molekul-molekul baja menyebar*”. Seharusnya siswa menjawab “*batang baja akan bertambah panjang, karena terjadi pemuaiian pada semua bagian baja yang dipanasi. pada saat dipanaskan amplitude getaran molekul-molekul baja akan bertambah besar dan gerakannya akan bertambah cepat sehingga jarak antar molekul menjadi lebih besar*”. Siswa yang menjawab dengan kategori *C* hanya 3 siswa dari 97 siswa.

Butir soal kedua merupakan pertanyaan mengenai perpindahan kalor secara konveksi. Butir soal nomor 2 adalah pola penalaran ilmiah *correlational reasoning*. Hasil dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa dari 97 siswa, siswa yang tidak menjawab sejumlah 21 siswa, sedangkan 32 siswa menjawab pertanyaan dengan kategori penalaran ilmiah *NR*. Artinya, lebih banyak siswa yang menjawab pertanyaan tidak memerhatikan keterkaitan alasan dan penjelasan dalam menjawab. Pada butir soal nomor 2 pertanyaan “*mengapa nelayan pergi mencari ikan di malam hari dan pulang mencari ikan di pagi hari? Mengapa demikian? Apakah ada keterkaitan dengan konsep perpindahan kalor? Jelaskan*”. Siswa banyak menjawab pertanyaan tersebut dengan jawaban sebagai berikut “*karena pada malam hari terjadi angin darat sehingga membawa kapal nelayan berlayar ke laut. Dibandingkan dengan siang hari suhu udara lebih rendah pada malam hari, artinya kalor bergerak dari tinggi menuju rendah pada malam hari*” jawaban siswa di atas terkesan tidak beraturan dan tidak memahami konsep dengan baik. Pada pertanyaan ini hanya dua siswa yang menjawab dengan pola penalaran ilmiah *correlational reasoning* berkategori *correlation* akan menjawab sebagai berikut. “*Nelayan pergi mencari ikan menggunakan prinsip perpindahan kalor secara konveksi. Yang mana menggunakan memanfaatkan peristiwa angin laut dan angin darat. Nelayan berangkat pada malam hari menuju laut memanfaatkan angin darat yang mengalir dari darat ke laut. Sedangkan nelayan pulang dari mencari ikan pada pagi hari karena memanfaatkan angin laut yang mengalir dari laut ke darat*”. Dari kedua butir soal dengan pola penalaran *correlational reasoning* menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang menjawab pertanyaan dengan kategori penalaran ilmiah *NR*, yang mana alasan dan penjelasan jawaban belum berkorelasi. Hasil pola penalaran ilmiah siswa dalam butir soal satu dan dua ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pola Penalaran Ilmiah *Correlational Reasoning*

No. Soal	Kategori Penilaian						Jumlah Siswa
	TM (0)	I (1)	NR (2)	OC (3)	TC (4)	C (5)	
1	13	4	43	27	7	3	97
2	21	8	32	30	4	2	97

TM = Tidak Menjawab, In= Intuitive, NR = No Relationshio, OC = One Cell, TC = Two Cell, C = Correlation

Pada butir soal ketiga dengan pertanyaan mengenai azas black dan pola penalaran ilmiah *proportional reasoning*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada butir soal ketiga ini siswa dengan kategori *TM* sebanyak 42 siswa, sedangkan siswa yang menjawab pada butir soal nomor menunjukkan bahwa 24 siswa berkategori *A*, dimana banyak siswa yang menjawab secara *Aditive* yang artinya menggunakan strategi penyelesaian, tetapi fokus pada hal lain. Misalnya, butir soal nomor 3 menanyakan tentang interpretasi data praktikum azas black. Siswa tidak dengan jelas memberikan jawaban berdasarkan bukti, tetapi siswa hanya menyimpulkan hasil praktikum tersebut. Contoh jawaban siswa: “*dapat disimpulkan bahwa nilai T akhir kedua zat tersebut adalah berbanding 5:3*”. Tidak ada siswa yang menjawab dengan kategori *R* berdasarkan bukti yang sesuai dengan data praktikum yang ditunjukkan. Hasil pola penalaran ilmiah siswa dalam butir soal satu dan dua ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pola Penalaran Ilmiah *Proportional Reasoning*

No. Soal	Kategori Penilaian					Jumlah Siswa
	TM	I	A	Tr	R	
3	42	14	24	17	0	97

TM = Tidak Menjawab, I = Intuituve, A = Aditive, Tr = Trantational, R = Ratio

Butir soal keempat yakni membahas tentang pengaruh kalor terhadap suatu zat, dengan pola penalaran ilmiah *probabilistic reasoning*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 97 siswa 61 siswa menjawab pertanyaan dengan kategori pola penalaran *Ap*, yakni memberikan penjelasan dan alasan secara kualitatif, sedangkan pada kategori *Qn*, tidak ada siswa yang termasuk dalam kategori tersebut. Pada butir soal ini, siswa diminta untuk membaca grafik yang tertera pada soal dan

menyimpulkan grafik praktikum. 61 siswa menjawab seperti “*benar, karena ketika suhu bertambah maka air juga menyerap kalor*”. Tabel hasil pola penalaran ilmiah *probabilistic reasoning* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pola Penalaran Ilmiah *Probabilistic Reasoning*

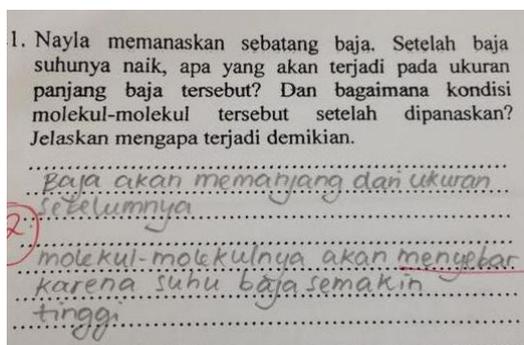
No. Soal	Kategori Penilaian				Jumlah Siswa
	TM	I	AP	Q	
4	24	12	61	0	97

TM= Tidak Menjawab, nI = Intuitive, Ap = Approximate, Qn = Quantitative

PEMBAHASAN

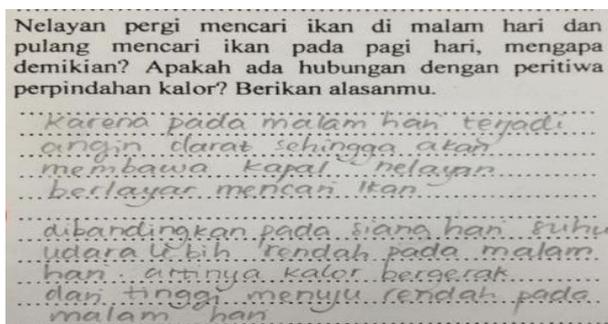
Correlational Reasoning

Butir soal nomor satu dan dua merupakan butir soal dengan pola penalaran ilmiah *correlational reasoning*. Pada butir soal nomor 1 siswa mendapatkan soal tentang pemuai zat. Sebanyak 43 siswa berpola penalaran ilmiah pada kategori *NR (No Relationship)* yang artinya siswa masih menjawab persoalan tanpa memerhatikan sebab akibat. Kebanyakan siswa menjawab soal hanya sekedar meneruskan informasi yang diterima tanpa menggali lebih dalam permasalahan yang diberikan sehingga siswa menjawab soal hanya sekedaranya saja, tidak mendalam. Hal tersebut dapat dikarenakan pengetahuan siswa yang terbatas, dimana jika siswa memiliki pengetahuan terbatas maka siswa tidak bisa secara mahir menjawab permasalahan dengan detail. Contoh jawaban siswa pada nomor satu sebagaimana tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Jawaban Siswa Soal Nomor 1, pemuai zat

Pada butir soal nomor dua, sama dengan penemuan yang dilakukan di nomor satu bahwa jawaban siswa lebih banyak berkategori *NR (No Relationship)*. Namun, selisih siswa yang berkategori *NR* (32 siswa) dan *OC* (30 siswa) hanya dua siswa. Yang artinya siswa juga banyak yang memiliki pola penalaran ilmiah berkategori *OC (One Cell)*. Pada butir soal nomor dua siswa mendapatkan soal tentang perpindahan kalor. Siswa menjelaskan tentang pengaruh angin darat dan air laut terhadap aktivitas nelayan mencari ikan. Berikut contoh jawaban siswa.



Gambar 2. Contoh Jawaban Siswa Soal Nomor 2, perpindahan kalor

Kedua butir soal di atas menunjukkan bahwa siswa kelas XI masih lemah dalam menghubungkan sebab akibat suatu permasalahan. Hal tersebut terbukti dari hasil tes soal uraian yang telah dipaparkan di atas. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Karplus, dkk (1980) yang menunjukkan bahwa siswa di rentang usia

12—18 tahun masih memiliki daya penalaran rendah pada *correlational reasoning*. Kemampuan *correlational reasoning* sangat dibutuhkan dalam suatu pembelajaran dan merupakan komponen penting dalam interaksi sosial dimana siswa mampu menerima hubungan yang valid dan menolak yang tidak valid (Ross & Smyth, 2010). Hal tersebut merupakan keterampilan penting yang harus dimiliki siswa.

Proportional Reasoning

Pola penalaran ilmiah *Proportional Reasoning* merupakan suatu penalaran dimana mengakui dan menafsirkan hubungan dalam situasi yang digambarkan oleh variabel yang diamati atau abstrak (kemampuan memberikan jawaban terhadap masalah yang menyangkut proportional atau perbandingan) (Karplus, dkk (1970) dan Adi, dkk (1978)). Butir soal ketiga merupakan butir soal dengan pertanyaan Azas Black. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa 24 siswa pada soal pola penalaran *proportional reasoning* termasuk berkategori A (*additive*). Hal tersebut menyatakan bahwa siswa menyelesaikan menggunakan strategi, tetapi fokus pada hal yang berbeda. Seperti pada nomor tiga, siswa diminta untuk membandingkan secara kuantitatif percobaan 1 dan 2 pada tabel, namun siswa hanya mengambil kesimpulan pada penyelesaian soal tersebut. Berikut contoh jawaban siswa.

Dari sebuah percobaan azas Black, diperoleh data sebagai berikut.

m_{air} (g)	C_{air} (kal/g°C)	T_{air} (°C)	T_{akhir} (°C)	m_{es} (g)	C_{es} (kal/g°C)	T (°C)
20	1	20	15	10	0,5	5
40		14	9	20		-2

Berdasarkan data hasil percobaan diatas, didapat rumusan dan disimpulkan bahwa nilai kalor kedua zat tersebut adalah... Berikan alasanmu.

dapat disimpulkan nilai Takhir kedua zat tersebut adalah berbanding 5 : 3

Gambar 3. Contoh jawaban siswa pada soal nomor 3. Azas Black berkategori A (*Additive*)

Dari sebuah percobaan azas Black, diperoleh data sebagai berikut.

m_{air} (g)	C_{air} (kal/g°C)	T_{air} (°C)	T_{akhir} (°C)	m_{es} (g)	C_{es} (kal/g°C)	T (°C)
20	1	20	15	10	0,5	5
40		14	9	20		-2

Berdasarkan data hasil percobaan diatas, didapat rumusan dan disimpulkan bahwa nilai kalor kedua zat tersebut adalah... Berikan alasanmu.

$Q = m \cdot C \cdot \Delta t$ $Q = m \cdot C \cdot \Delta t$
 $= 60 \cdot 1 \cdot 6$ $= 30 \cdot 0,5 \cdot 6$
 $= 360$ $= 90$

karena data di atas maka akan mencapai suhu tertentu

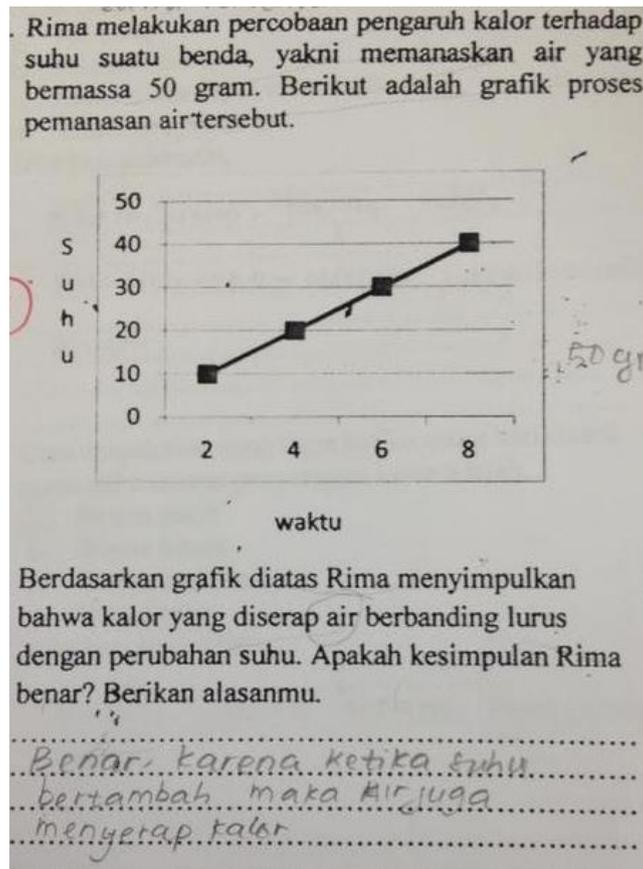
Gambar 4. Contoh jawaban siswa pada soal nomor 3. Azas Black berkategori Tr (*Trantational*)

Dari contoh jawaban siswa terlihat bahwa siswa yang berkategori A (*additive*) menjawab soal dengan hanya menyimpulkan, sedangkan siswa yang berkategori Tr (*Trantational*) menjawab soal dengan membuktikan secara kuantitatif. Pola penalaran ilmiah *proportional reasoning* di nomor 3 menunjukkan hasil bahwa siswa mengalami penalaran yang rendah. Kategori Ad (*Additive*) banyak digunakan oleh siswa, hal ini menunjukkan sangat penting bagi siswa memiliki pengalaman yang lebih banyak dalam hal membandingkan situasi dan berlatih menghubungkan suatu permasalahan (Karplus, dkk 1980). Hasil penelitian *proportional reasoning* di atas menunjukkan bahwa masih banyak siswa SMA yang lemah pada penalaran matematis dan ilmiah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Lamon (2005) yang menyatakan bahwa 90 % siswa SMA tidak bisa menalar dengan baik secara matematis dan ilmiah dengan suatu pemahaman yang utuh.

Probabilistic Reasoning

Pola penalaran *Probabilistic Reasoning* merupakan kemampuan menggunakan informasi untuk menentukan apakah suatu kesimpulan berkemungkinan benar atau tidak atau kemampuan memahami berbagai kemungkinan yang terjadi pada suatu benda (Adi, 1978). Pada soal nomor 4 menunjukkan pola penalaran *probabilistic reasoning*, dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa lebih banyak berkategori Ap (*Approximate*) dengan jumlah 61 siswa dari 97 siswa. Hal tersebut menyatakan bahwa pola penalaran ilmiah siswa pada *probabilistic reasoning* banyak yang memberikan penjelasan dan alasan secara deskriptif kualitatif.

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa siswa secara langsung menuju kepada kesimpulan tanpa memberikan bukti kuantitatif. Padahal pada grafik terdapat informasi yang dapat dijelaskan oleh siswa sebagai pendukung jawaban kuantitatif. Hal tersebut menunjukkan bahwa kurangnya fokus siswa terhadap penjelasan yang mendalam dari suatu permasalahan. Berikut contoh jawaban siswa pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh jawaban siswa pada soal nomor 4. Pengaruh kalor terhadap suatu zat

Pola penalaran ilmiah *probabilistic reasoning* membutuhkan pengakuan secara terbuka dari sistemnya untuk menggeneralisasikan semua kemungkinan perubahan, kombinasi, atau susunan lain dari setiap elemen (Moshman, 1998). Secara esensial semua konsep dalam Fisika didemonstrasikan dan didefinisikan berdasarkan eksperimen secara langsung yang dilakukan oleh siswa (Clark, 2001). Begitu juga dengan butir soal nomor 4, tidak hanya membutuhkan jawaban secara singkat, tetapi juga membutuhkan penjelasan dari hasil eksperimen, yakni berupa interpretasi data secara kualitatif dan bukti secara kuantitatif.

SIMPULAN

Berdasarkan penjelasan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa penalaran ilmiah siswa pada materi suhu dan kalor masih tergolong rendah. Hal tersebut dibuktikan dengan kategori yang paling banyak diperoleh siswa pada tiap-tiap pola penalaran ilmiah. Pada pola penalaran ilmiah *correlational reasoning* siswa berkategori *NP (No Relationship)* dimana siswa hanya berada pada level 2 dari maksimal 5 level di tiap soal, yang artinya kemampuan siswa menghubungkan jawaban dengan alasan tergolong rendah. Kemudian pada pola penalaran ilmiah *proportional reasoning* sebagian besar jawaban siswa berkategori *A (Additive)* yang artinya siswa mampu menjawab soal dengan bermacam-macam strategi, namun tidak fokus pada inti jawaban yang tepat. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada penalaran ilmiah ini siswa tergolong rendah, berada pada level 2 dari 4 level maksimal. Selanjutnya, pada pola penalaran ilmiah *probabilistic reasoning* siswa menjawab soal hanya dengan kuantitatif, padahal pada nomor 4 sangat dibutuhkan informasi kuantitatif dari jawaban siswa untuk menunjukkan bukti autentik dari penyelesaian masalah. Kemampuan siswa pada penalaran ilmiah *probabilistic reasoning* menunjukkan level 2 dari 3 level maksimal.

Dari hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan di atas, penalaran ilmiah siswa akan meningkat jika diterapkan suatu pembelajaran yang mendukung siswa untuk terlibat secara aktif dalam menemukan suatu konsep. Dengan siswa terlibat secara langsung maka pemahaman siswa akan suatu konsep akan meningkat. Pembelajaran yang sesuai untuk meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah adalah *guided inquiry*. Hal tersebut dibutuhkan karena kemampuan siswa dalam menalar secara ilmiah sangat kurang dan perlu ditingkatkan.

DAFTAR RUJUKAN

- Adi, H., Karplus, R. Lawson, A.E & Pulos, S. 1978. Intellectual Development Beyond Elementary School VI: Correlational Reasoning. *School Science and Mathematics* 78 (8):675—683.
- Arons, A.B. 1976. Cultivating the Capacity for Formal Reasoning: Objectives and Procedures in an Introductory Physical Science Course. *American Journal of Physics*, 44 (9):834—838.
- Aydogan, S., Günes, B. & Gülçiçek Ç. 2003. The Misconceptions about Heat and Temperature. *Journal of Gazi Education Faculty*, 23 (2):111—124.
- Bauman, R. P. 1976. Applicability of Piagetian Theory to College Teaching. *Journal of College Science Teaching*, (6):94—96.
- Clark, V. L. P. 2001. Research in Physics Education Group Reasoning of Young Adults and Introductory Physics: What' s the Connection?
- Coletta, V.P., Phillips, J. A., Savinainen, A. & Steinert, J.J. 2008. Comment on “The effects of students’ reasoning abilities on conceptual understanding and problem-solving skills in introductory mechanics’. *European Journal of Physics*, 29 (5):25—27.
- de Berg, K. C. 2008. “The Concepts of Heat and Temperature: The Problem of Determining the Content for the Construction of an Historical Case Study Which is Sensitive to Nature of Science Issues and Teaching–Learning Issues.” *Science & Education* 17 (1):75—114.
- Griffiths, D. 1976. Physics Teaching, Does it Hinder Intellectual Development? *American Journal of Physics* 44 (1):81—86.
- Herron, J. D. 1975. Piaget for Chemists. *Journal of Chemical Education*, (52):146—150.
- Karplus, E., & Karplus, R. 1980. Intellectual Development Beyond Elementary School. *School Science and Mathematics*, 70, 398—406.
- Karplus, R. 1978. Opportunities for Concrete and Formal Thinking of Science Tasks. In Presseisen, B.Z., Goldstein, D. & Appel, M. H. (eds.) *Topics in Cognitive Development*. New York: Plenum Press,.
- Kolodyi, G. 1975. The Cognitive Development of High School and College Science Students. *Journal of College Science Teaching* 5 (5):20—22.
- Lamon, S. 2005. Teaching fractions and ratios understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers (2nd ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lawson, A.E. & Renner, J.W. 1975. Relationship of Science Subject Matter and Developmental Levels of Learning. *Journal of Research in Science Teaching* 12 (4):347—358.
- Lawson, A.E. 2004. The nature and development of scientific reasoning: A Synthetic View. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2 (3):307—338.
- Ma-Naim, C., Bar, V. & Zinn, B. 2002. Integrating microscopic macroscopic and energetic descriptions for a Conceptual Change in Thermodynamics. Paper presented in the third European Symposium on Conceptual Change, June 26—28. 2002, Turku, Finland.
- Mcneill, K. L. & Krajcik, J. 2008. Inquiry and Scientific Explanations: Helping Students Use Evidence and Reasoning, 121—134.
- National Research Council. 1996. *National Science Education Standards*; National Academy Press: Washington, DC.
- Rimadani, E. 2014. Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif TPS-HPIL (Hints and Peer Interaction Learning) Untuk Mengurangi Miskonsepsi pada Materi Perpindahan Kalor Kelas VII SMP Negeri 2 Krian. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, Vol 3, No 2.
- Ross, J.A. & Smyth, E. 1995. Thinking skills for Gifted Students: The case for correlational reasoning 1. *Roeper Review*, 17 (4):239—243.
- Sayre, S. A. & Ball, D.W. 1975. Piagetian Development in Students. *Journal of College Science Teachings*, 5 (5):23.
- Suarez, A. 1977. *Formates Denken und Funktionsbegriff bei Jugendlichen*. Bern, Switzerland: HansHuber.
- Zohar, A. & Nemet, F. 2002. Fostering students’ knowledge and argumentation skills through in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, (39):35—62.
- Zimmerman, C. 2005. *The Development of Scientific Reasoning Skills: What Psychologists Contribute to an Understanding of Elementary Science Learning*. Illinois State University.