

Pengembangan instrumen tes keterampilan proses sains pada materi kalor dan perpindahannya

Diego Pradana, Susriyati Mahanal*, Safwatun Nida

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: susriyati.mahanal.fmipa@um.ac.id

Paper received: 01-02-2021; revised: 15-02-2021; accepted: 28-02-2021

Abstract

The purpose of this study was to produce an valid and reliable instrument test to measure students science process skills namely predicting, operationally identifying variables, controlling variables, designing experiments, interpreting, inferring, stating hypotheses and communicating on heat and it's transfer material. This study method was research and development. The result of research was multiple choice test consisted of 25 items. The developed test were valid in term of content and empirical validity as well as reliable.

Keywords: test instruments; science process skill; heat and transfer

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan instrumen tes yang valid dan reliabel untuk mengukur keterampilan proses sains siswa yaitu meramalkan, mengidentifikasi variabel secara operasional, mengontrol variabel, merancang eksperimen, menafsirkan, menyimpulkan, menyusun hipotesis dan mengkomunikasikan pada materi kalor dan perpindahannya. Metode penelitian ini adalah research and development. Hasil penelitian berupa butir soal pilihan ganda sebanyak 25 butir soal. Tes yang dikembangkan memenuhi kriteria sebagai alat ukur yang dilihat dari validitas isi, validitas empiris dan reliabilitas tes.

Kata kunci: : instrumen tes; keterampilan proses sains; kalor dan perpindahannya

1. Pendahuluan

Pembelajaran IPA merupakan instruksi yang bertujuan untuk meng-arahkan siswa dalam mengembangkan pemahaman tentang hakikat IPA (Khalick, 2012). IPA pada hakikatnya bukan hanya sebagai penguasaan terhadap kumpulan pengetahuan untuk memahami alam. IPA juga merupakan seperangkat proses yang digunakan untuk membangun, memperluas, serta memperbaiki pengetahuan (National Research Council, 2012:26).

Proses yang baik dalam pembelajaran IPA akan dapat membantu siswa memperoleh pengalaman untuk mengembangkan pemahaman konsep, kemampuan dalam memecahkan masalah, serta kemampuan dalam melaksanakan metode ilmiah (Anderson, 2002). Pelaksanaan metode ilmiah dalam pembelajaran IPA akan melibatkan beberapa keterampilan khusus yang disebut dengan keterampilan proses sains (Mariana & Wandy, 2009: 6).

Keterampilan proses sains adalah keterampilan fisik dan mental terkait dengan kemampuan-kemampuan dasar yang harus dimiliki, dikuasai, dan diaplikasikan dalam kegiatan ilmiah (Devi, 2010:48). Selama kegiatan ilmiah, keterampilan proses sains sangat terkait dengan domain kognitif siswa seperti keterampilan berpikir kreatif dan keterampilan pemecahan masalah (Özgelen, 2012). Keterampilan proses sains dijadikan sebagai keterampilan yang diperlukan untuk memperoleh, mengembangkan dan menerapkan

konsep, prinsip-prinsip, hukum, dan teori sains (Nuryani, 2005:3). Keterampilan proses sains terkait dengan praktek untuk memahami konsep dalam pembelajaran IPA (Harlen: 1990).

Keterampilan proses diklasifikasikan menjadi keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terintegrasi (AAAS, 1990). Keterampilan proses dasar merupakan fondasi untuk melatih keterampilan proses terintegrasi yang lebih kompleks (Devi, 2010). Melatihkan keterampilan proses sains dalam pembelajaran IPA berhubungan erat dengan kompetensi siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran (Hilman, 2014:222).

Data lapangan menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa pada tingkat SMP tergolong rendah (Sukarno *et al*, 2013). Rendahnya keterampilan proses sains siswa disebabkan karena guru jarang mengajarkan dan melakukan penilaian secara khusus terhadap keterampilan proses sains siswa. (Oloruntegbe, 2010:13). Penilaian yang dilakukan oleh guru masih dominan menilai hasil dan kemampuan siswa melalui instrumen yang hanya berhubungan pada aspek kognitif (Zeidan & Jayosi, 2015). Mengingat pentingnya keterampilan proses sains dalam proses pembelajaran IPA, maka diperlukan instrumen tes keterampilan proses sains yang diharapkan dapat menggambarkan dengan baik tingkat keterampilan proses sains siswa.

Instrumen tes yang dikembangkan pada penelitian ini berupa soal pilihan ganda (Burns, *et. al.*, 1985; Dillshaw & Okey, 1980) yang disesuaikan dengan indikator aspek keterampilan proses sains dengan konten materi kalor dan perpindahannya. Materi ini dipilih karena dapat digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains siswa sekaligus pemahaman otentik terhadap konsep (Lee, 2014). Instrumen tes ini lebih sesuai dengan kemampuan siswa SMP dalam mengukur keterampilan proses dasar dan terintegrasi. (Feyzioglu, *et al.*, 2012: 1901).

Tujuan Penelitian ini adalah untuk menghasilkan instrumen tes yang valid dan reliabel untuk mengukur keterampilan proses sains siswa pada materi kalor dan perpindahannya.

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development (R&D)* dengan model 4-D (Thiagarajan *et al*, 1974). Secara garis besar tahapan yang digunakan dalam penelitian ini hanya tiga tahapan yaitu *Define*, *Design*, dan *Develop*. Pada Tahapan *Define* mencakup analisis awal-akhir, analisis siswa, analisis konsep, dan spesifikasi tujuan pembelajaran. Tahap *Design* adalah membuat indikator soal dan membuat soal, tahap *Develop* dilakukan validasi isi oleh ahli materi dan penilaian, revisi soal, uji coba, dan analisis data.

1. Validasi Isi

Validasi isi dilakukan oleh validator ahli yaitu dosen IPA. Hasil validasi ini digunakan untuk perbaikan instrumen melalui angket validasi guna menentukan tingkat kelayakan sebelum dilakukan pengujian instrumen. Persamaan untuk menghitung tingkat kelayakan adalah sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum x}{n} \times 100 \%$$

Keterangan :

P = presentase

Σx = Jumlah skor penilaian

n = skor tertinggi tiap aspek

Hasil perhitungan instrumen dicocokkan berdasarkan acuan kriteria tingkat kelayakan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat kriteria kelayakan instrmen

Skor	Kriteria
0 - 20 %	Tidak layak
21 - 40 %	Kurang layak
41 - 60 %	Cukup layak
61 - 80 %	Layak
81 - 100 %	Sangat layak

2. Validitas

Uji validitas empiris bertujuan untuk menguji validitas butir soal berdasarkan data empiris yang diperoleh melalui uji coba. Validitas soal pilihan ganda dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$r_{bis(i)} = \frac{x_i - x_t}{S_t} \sqrt{\frac{P_i}{q_i}}$$

keterangan :

$r_{bis(i)}$ = Koefisien korelasi biseral antara skor butir soal nomor i dengan skor soal

X_i = Rata-rata skor total responden yang menjawab benar butir soal nomor i

X_t = Rata-rata skor total semua responden

S_t = Standar deviasi skor total semua responden

p_i = Proporsi jawaban yang benar untuk butir soal nomor i

q_i = Proporsi jawaban yang salah untuk butir soal nomor i

Butir soal dinyatakan valid secara empiris jika $r_{hit} \geq r_{tabel}$ pada taraf signifikasnsi $\alpha = 0,05$.

3. Reliabilitas

Dalam penelitian ini uji reliabilitas tes diukur menggunakan rumus *Kuder Richardson-20* sebagai berikut.

$$r_{ii} = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right)$$

keterangan :

r_{ii} = Koefisien reliabilitas tes

K = cacah butir

$p_i q_i$ = varian ukur butir

p_i = proporsi jawaban yang benar untuk butir soal nomor i

q_i = proporsi jawaban yang salah untuk butir soal nomor i

S_t = varian skor total

Hasil perhitungan reliabilitas kemudian dibandingkan dengan kriteria pada Tabel 2.

Tabel 2 Kriteria Reliabilitas Butir Soal

Rentang	Kriteria
0,80-1,00	Sangat Tinggi
0,60-0,79	Tinggi
0,40-0,59	Cukup
0,20-0,39	Rendah
0,00-0,20	Sangat Rendah

4. Tingkat Kesukaran

Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah atau terlalu sukar. Apabila soal terlalu mudah kemungkinan semua siswa dapat menjawab dengan benar. Sedangkan soal yang terlalu sulit kemungkinan tidak ada siswa yang mampu menjawab. Dengan demikian, maka tidak dapat membedakan siswa mampu dan siswa yang kurang mampu dalam keterampilan proses sains. Tingkat kesukaran dapat diuji dengan menggunakan persamaan berikut.

$$P = \frac{\sum x}{S_m N}$$

Keterangan:

P = Taraf kesukaran

Σx = Jumlah jawaban benar

S_m = Skor maksimum

N = Jumlah peserta

Hasil perhitungan kemudian dicocokkan dengan kriteria pada tabel 3 .

Tabel 3 Kategori Tingkat Kesulitan Butir Soal

Tingkat kesukaran	Kriteria
$P < 0,3$	Sukar
$0,3 < P < 0,7$	Sedang
$P > 0,7$	Mudah

5. Daya Beda

Uji daya beda digunakan untuk mengetahui kemampuan soal dalam membedakan siswa yang memiliki kemampuan tinggi dengan siswa yang memiliki kemampuan rendah. Daya beda dapat diukur melalui rumus berikut.

$$D = \frac{BA}{JA} - \frac{BB}{JB}$$

Keterangan :

JA = banyak kelompok atas

JB = banyak peserta kelompok bawah

B_A = banyaknya peserta kelompok atas yang menjawab soal dengan benar

B_B = banyaknya peserta kelompok bawah yang menjawab soal benar

Hasil perhitungan daya beda tiap butir soal diklasifikasikan berdasarkan kriteria pada Tabel 4.

Tabel. 4 Kriteria Daya Beda Butir Soal

Daya Beda	Kriteria
$DP \leq 0,00$	Sangat jelek
$0,00 - 0,19$	Jelek
$0,20 - 0,39$	Cukup
$0,40 - 0,69$	Baik
$0,70 - 1,00$	Sangat baik

3. Hasil dan Pembahasan

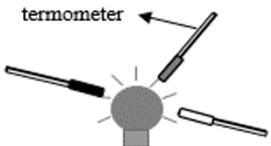
Hasil pengembangan berupa instrumen tes yang terdiri dari 25 soal pilihan ganda yang mencakup 8 aspek keterampilan proses sains pada materi kalor dan perpindahannya. Kisi kisi soal dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. kisi-kisi tes keterampilan proses sains

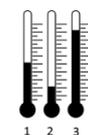
Kompetensi Dasar	: 3.7 Memahami konsep suhu, pemuai, kalor, perpindahan kalor, dan penerapannya dalam mekanisme menjaga kestabilan suhu tubuh pada manusia dan hewan serta dalam kehidupan sehari-hari.	
Keterampilan proses	Indikator Keterampilan Proses	Nomor
Menyimpulkan	Menjelaskan peristiwa berdasarkan pengamatan data	9, 18
Meramalkan	Menyatakan hasil yang mungkin terjadi pada keadaan sebelum diamati	1
Mengkomunikasikan	Mengubah bentuk penyajian berupa grafik/tabel/diagram	8, 16, 21
	Menggambar data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik/tabel/diagram.	7, 17
Mengontrol variabel	Menyatakan faktor-faktor yang dapat diubah yang dapat mempengaruhi percobaan	19, 22, 24
Menafsirkan data	Mengolah data melalui pola grafik atau tabel dalam rangka mencari makna dan menarik kesimpulan	4, 5, 6, 15
Menyusun hipotesis	Menyatakan hasil yang diharapkan dalam percobaan atau masalah yang akan dipecahkan	12, 13
Mengidentifikasi variabel secara oprasional	Mengidentifikasi variabel terikat	2, 11
	Mengidentifikasi variabel bebas	3, 14
Merancang eksperimen	Menentukan alat, bahan, variabel dan sumber yang digunakan untuk eksperimen	25
	Menentukan langkah untuk mengukur	10, 20
	Menetapkan langkah kerja sampai analisis data untuk memperoleh kesimpulan	23

Salah satu contoh soal keterampilan proses sains yang dikembangkan adalah sebagai berikut.

12. Terdapat 3 buah termometer yang suhunya sama dan ujungnya dibungkus dengan plastik berwarna yaitu (termometer 1 = biru, termometer 2 = hitam, dan termometer 3 = putih), masing-masing disusun seperti gambar berikut.



Jika termometer didekatkan pada jarak 10 cm dari lampu yang menyala selama 10 menit, maka suhu akhir yang ditunjukkan ketiga termometer adalah seperti diagram....

A.  B.  C.  D. 

Gambar 1. Salah satu soal keterampilan proses sains

Dari hasil validasi isi oleh ahli materi dan penilaian diketahui bahwa Instrumen yang dikembangkan dinyatakan sangat layak dan mewakili semua indikator keterampilan proses sains. Hasil penilaian oleh ahli dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil penilaian ahli terhadap instrumen

Aspek penilaian	Skor	Rata-rata	Kategori
Butir soal dapat mengukur indikator	100 %		
Rumusan kalimat jelas dan berupa kalimat tanya atau perintah	100 %	92%	Sangat layak
Tabel, gambar, grafik, diagram dsb. bermakna	68 %		
Rumusan kalimat tidak menimbulkan penafsiran lain	100 %		

Rendahnya penilaian pada salah satu aspek karena terdapat berapa soal yang tidak terdapat tabel, gambar, grafik, maupun diagram. Setelah melalui tahap pe-nilain, soal direvisi sesuai saran dari ahli sampai akhirnya soal layak digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains.

Soal yang telah direvisi selanjutnya dilakukan validasi empiris dengan diujicobakan kepada siswa untuk mengetahui nilai validitas, reliabilitas, taraf kesukaran, dan daya beda. Soal tersebut diujicobakan pada 64 orang siswa kelas VIII SMP Negeri 1 Malang sebagai sampel uji coba. Hasil uji coba soal antara lain, (1) seluruh soal dinyatakan valid dengan nilai $r_{hit} \geq r_{tabel}$ ($r_{tabel} = 0,349$), (3) soal memiliki reliabilitas sangat tinggi dengan nilai 0,84, (4) 2 soal termasuk kategori sukar, 22 soal termasuk kategori sedang, dan 3 soal termasuk kategori mudah, (5) daya beda 18 soal baik, 5 soal cukup, dan 2 soal jelek.

Penelitian yang sudah dilakukan pada saat ini baru sampai uji coba soal tahap pertama, belum sampai tahap penyempurnaan soal dan ujicoba tahap kedua agar hasilnya lebih baik dan tidak ada kategori jelek pada daya beda.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: instrumen tes keterampilan proses yang dikembangkan telah memenuhi kriteria sebagai alat ukur, baik dilihat dari validitas isi, validitas empiris, reliabilitas, taraf kesukaran dan daya pembeda. Hasil tersebut menunjukkan bahwa instrumen tes keterampilan proses sains materi kalor dan perpindahannya valid atau layak digunakan sebagai instrumen penilaian keterampilan proses sains siswa

Saran peneliti adalah penilaian keterampilan proses sains siswa melalui penggunaan instrumen tes harus dipastikan bahwa siswa telah mengikuti proses pembelajaran yang melatih keterampilan proses sains dan memahami materi.

Daftar Rujukan

- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans*. New York, NY: Oxford University Press.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of science teacher education*, 13(1), 1-12.
- Burns, J. C., Okey, J. R., & Wise, K. C. (1985). Development of an integrated process skill test: TIPS II. *Journal of research in science teaching*, 22(2), 169-177.
- Devi, P. K. (2010). *Keterampilan Proses dalam Pembelajaran IPA*. Jakarta: PPPPTK IPA.

- Dillashaw, F. G., & Okey, J. R. (1980). A Test of the Integrated Science Process Skills for Secondary Science Students.
- Feyzioglu, B., Demirdag, B., Akyildiz, M., & Altun, E. (2012). Developing a Science Process Skills Test for Secondary Students: Validity and Reliability Study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(3), 1899-1906.
- Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education: principles, policy & practice*, 6(1), 129-144.
- Hilman. (2014). Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dengan *Mind Map* Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar IPA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 2 (4): 221-229
- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.
- Lee, C. K. (2014). A Conceptual Change Model for Teaching Heat Energy, Heat Transfer and Insulation. *Science Education International*, 25(4), 417-437.
- Mariana, I. M. A., & Praginda, W. (2009). Hakikat IPA dan pendidikan IPA. *Bandung: PPPPTK IPA*.
- Council, N. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. *Washington, DC: NationalAcademyPress*.
- Rustaman, N., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S. A., Achmad, Y., Subekti, R., Rochintaniawati, D., & Nurjhani, M. (2005). Strategi belajar mengajar biologi. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Oloruntegbe, K. O. (2010). Approaches to the assessment of science process skills: A reconceptualist view and option. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 7(6).
- Özgelen, S. (2012). Students' science process skills within a cognitive domain framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 283-292.
- Sukarno, A. P., & Hamidah, I. (2013). The profile of science process skill (SPS) student at secondary high school (case study in Jambi). *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, 1(1), 79-83.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children.
- Zeidan, A. H., & Jayosi, M. R. (2015). Science Process Skills and Attitudes toward Science among Palestinian Secondary School Students. *World journal of Education*, 5(1), 13-24.