

Omega: Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika **5** (2), 27 - 32 (2019)
(*Journal of Physics and Physics Education*)

Karakterisasi Tes Keterampilan Proses Sains Materi Fluida Statis Berdasarkan Teori Respon Butir

Lani Fitriani*, Taufik Ramlan Ramalis, Ridwan Efendi

*Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia
Bandung 40154, Indonesia*

(Received 23 March 2019; published 30 November 2019)

Abstrak

Keterampilan proses sains (KPS) merupakan salah satu keterampilan yang banyak ditekankan pada kurikulum pendidikan dalam beberapa tahun terakhir ini. Untuk mengetahui capaian keterampilan tersebut, maka dibutuhkan alat ukur yang valid dan reliabel. Oleh karena itu, penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengkaraktirikan tes keterampilan proses sains berdasarkan teori respon butir. Penelitian ini menggunakan desain konstruksi dan validasi tes. Proses konstruksi menghasilkan tes KPS berbentuk pilihan ganda pada materi fluida statis yang mengukur lima aspek KPS. Sedangkan proses validasi didasarkan pada penilaian tes oleh lima orang ahli dan uji coba tes oleh siswa-siswa kelas sebelas dari tiga sekolah di Jawa Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tes KPS dapat dikatakan valid baik berdasarkan analisis menggunakan validitas isi V Aiken maupun analisis dengan teori respon butir. Hasil analisis kurva karakteristik tes menunjukkan bahwa tes KPS memiliki daya pembeda dalam kategori baik, tingkat kesukaran dalam kategori sedang dan faktor tebakan semu dalam kategori kurang baik. Hasil analisis fungsi informasi, tes KPS yang telah dikonstruksi reliabel dan dapat digunakan untuk partisipan dengan kategori kemampuan rendah hingga kemampuan tinggi. Dapat disimpulkan bahwa tes KPS pada materi fluida statis valid dan reliabel.

© 2019 Para Penulis. Dipublikasikan oleh Pendidikan Fisika UHAMKA

Kata kunci: keterampilan proses sains, karakterisasi tes, teori respon butir

DOI: [10.31758/OmegaJPhysPhysEduc.v5i2.27](https://doi.org/10.31758/OmegaJPhysPhysEduc.v5i2.27)

*Penulis korespondensi. Alamat e-mail: lanijoa18@gmail.com

Pendahuluan

Salah satu tujuan penting pendidikan pada saat ini adalah menghadirkan keterampilan proses sains pada peserta didik [1]. Dalam beberapa tahun terakhir banyak negara yang menekankan keterampilan proses sains dalam kurikulum mereka, termasuk Indonesia. Menurut Cepni dkk. dalam [2], keterampilan proses sains adalah keterampilan dasar yang memfasilitasi peserta didik dalam mempelajari sains. Keterampilan proses sains merupakan kegiatan-kegiatan yang dilakukan peserta

didik dalam melakukan penyelidikan saintifik untuk menambah pengetahuan dan keterampilan saintifiknya [3]. Keterampilan proses sains terdiri atas pengertian-pengertian dan metode untuk memperoleh informasi saintifik [1]. Keterampilan proses sains terdiri atas keterampilan proses sains dasar atau *basic science process skills* dan keterampilan proses yang terintegrasi atau *integrated science process skills* [4, 5]. Keterampilan dasar terdiri atas keterampilan mengamati, mengklasifikasi, mengukur, menginterpretasi, memprediksi dan mengkomunikasikan. Sedangkan keterampilan yang ter-

integrasi terdiri atas membuat contoh, mendefinisikan variabel secara operasional, mengumpulkan data, menginterpretasi data, mengidentifikasi dan mengontrol variabel, mengajukan hipotesis, serta melakukan eksperimen [5].

Keterampilan proses sains perlu dilatihkan dan dikembangkan dalam proses pembelajaran karena keterampilan ini dibutuhkan oleh peserta didik untuk mempelajari dunia sains dan teknologi secara lebih mendalam [6]. Keterampilan proses sains juga dapat membuat peserta didik menjadi lebih aktif, meningkatkan rasa tanggung jawab dalam belajar dan meningkatkan ketetapan belajar (Cepni dkk. dalam [2]). Lebih lanjut, keterampilan proses sains dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan berkontribusi dalam pembangunan suatu negara [3].

Pengembangan kurikulum yang menekankan keterampilan proses sains membuat diperlukannya pengembangan instrumen yang valid dan reliabel yang mampu menilai capaian keterampilan proses sains tersebut [7]. Artinya, ketika keterampilan proses sains telah dilatihkan dan dimiliki oleh peserta didik, maka diperlukan alat ukur untuk mengevaluasi atau menilai capaian keterampilan proses sains tersebut. Penelitian tentang penilaian terhadap keterampilan proses sains telah dilakukan di negara Barat pada awal tahun 1960an [8]. Penilaian yang dapat digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains peserta didik diantaranya observasi dan tes tertulis [9].

Berdasarkan hasil analisis terhadap beberapa penelitian yang mengembangkan penilaian keterampilan proses sains peserta didik, dapat disimpulkan bahwa kebanyakan penilaian yang dikembangkan berupa tes tertulis [10–15]. Dari penelitian-penelitian tersebut juga dapat diketahui bahwa kecenderungan format tes tertulis yang dikembangkan berupa tes pilihan ganda.

Selanjutnya, dalam proses konstruksi tes perlu adanya analisis tes atau analisis terhadap butir soal yang bertujuan untuk mengetahui kualitas tes yang telah dibuat. Dalam menganalisis tes tersebut dapat digunakan teori tes klasik (*classical test theory - CTT*) ataupun teori tes modern yaitu teori respons butir (*item response theory - IRT*). Teori respon butir adalah teori analisis butir soal yang merupakan perbaikan dari kelemahan yang ada pada teori klasik yakni ketergantungan ukuran ciri butir soal terhadap kelompok peserta tes serta ketergantungan ukuran ciri peserta tes terhadap kelompok butir soal. Dengan IRT, ukuran taraf kesukaran butir soal serta ciri butir lainnya akan tetap (invarian) terhadap kelompok peserta tes, tidak menjadi masalah kelompok peserta mana yang mengerjakan soal tersebut [16].

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti bertujuan untuk mengkonstruksi dan memvalidasi tes

keterampilan proses sains pada materi fluida statis yang kemudian dianalisis menggunakan IRT. Berdasarkan uraian tersebut, maka judul dari penelitian ini adalah "Karakterisasi Tes Keterampilan Proses Sains Materi Fluida Statis Berdasarkan Teori Respon Butir". Ruang lingkup penelitian ini dikhususkan untuk mengkarakterisasi tes keterampilan proses sains yang telah dikonstruksi tanpa memperhatikan model ataupun pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran yang dilakukan di kelas.

Metode

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain konstruksi dan validasi tes yang merujuk pada [17].

B. Partisipan Penelitian

Partisipan dalam penelitian ini adalah 197 orang peserta didik SMA kelas XI dari tiga sekolah di Jawa Barat. Partisipan penelitian dipilih secara *purposive sampling*, dalam hal ini adalah peserta didik pada tingkat sekolah menengah atas yang telah mempelajari materi fluida statis. Selain itu, sekolah yang dipilih merupakan sekolah yang telah menerapkan kurikulum 2013.

C. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian atau alat pengumpul data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas lembar validasi tes keterampilan proses sains, pedoman wawancara kognitif dan tes keterampilan proses sains.

Lembar validasi tes keterampilan proses sains merupakan lembar yang digunakan untuk mengetahui validitas isi tes KPS berdasarkan penilaian dari para dosen ahli (validator). Terdapat enam aspek penilaian untuk setiap butir soal, diantaranya aspek 1) mengenai kesesuaian tes dengan indikator tes; 2) mengenai pokok soal (stem); 3) mengenai alternatif jawaban; 4) mengenai kunci jawaban; 5) mengenai layout atau format butir soal; dan 6) mengenai tata bahasa yang digunakan. Dalam lembar ini, ahli diminta untuk memberikan pendapat atau tanggapannya terhadap butir soal dalam skala 1 (sangat tidak setuju) sampai 5 (sangat setuju) serta menuliskan catatan untuk bahan perbaikan.

Pedoman wawancara kognitif adalah daftar pertanyaan yang digunakan pada uji pendahuluan untuk mengetahui pendapat peserta tes tentang tes keterampilan proses sains yang telah dikonstruksi.

Tes keterampilan proses sains adalah tes KPS yang terdiri atas 21 soal pilihan ganda dengan lima pilihan jawaban pada materi fluida statis. Tes KPS mengukur lima aspek KPS yaitu meramalkan/prediksi, berhipotesis, merencanakan percobaan/penelitian, menafsirkan/interpretasi dan

berkomunikasi yang merujuk pada [18].

D. Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua tahap utama yaitu tahap konstruksi dan tahap validasi. Tahap pertama, tahap konstruksi, terdiri atas proses 1) identifikasi kegunaan tes; 2) identifikasi karakter tes; 3) mempersiapkan spesifikasi tes dan 4) konstruksi butir soal sedangkan tahap validasi terdiri atas proses 1) penelaahan butir soal oleh ahli; 2) uji pendahuluan; 3) uji lapangan; dan 4) analisis tes menggunakan teori respon butir atau IRT.

E. Analisis Data

Data kuantitatif yang diperoleh diantaranya data hasil telaah ahli dan data hasil uji tes keterampilan proses sains kemudian dianalisis. Data yang diperoleh dari hasil penelaahan lima orang ahli dianalisis untuk mengetahui validitas tes keterampilan proses sains yang telah dikonstruksi. Analisis validitas tes menggunakan koefisien validitas isi V Aiken [19] dan teori respon butir yaitu model respons bergradasi (*graded response models/GRM*) yang dibantu dengan *software* eirt-1.3.0.

Analisis hasil uji tes KPS menggunakan teori respon butir dibantu dengan *software* eirt-1.3.0. Dalam menganalisis hasil uji tes, digunakan model parameter logistik (model PL). Hasil analisis menggunakan teori respon butir akan diperoleh nilai parameter daya pembeda (a), tingkat kesukaran (b), dan faktor tebakan semu (c) yang semuanya dapat

diketahui dari kurva karakteristik tes (*Test Characteristic Curve/TCC*). Reliabilitas tes dalam teori respon butir ditunjukkan oleh fungsi informasi tes yang mana kebenarannya bersifat probabilitas dan tidak terlepas dari kesalahan pengukuran. Oleh karena itu perlu diketahui kesalahan penaksiran standar (*standard error of measurement/SEM*) dari tes keterampilan proses sains yang telah dikembangkan. Perpotongan antara kurva fungsi informasi dan SEM dapat menunjukkan tes yang dikonstruksi cocok untuk tingkat kemampuan tertentu.

Hasil dan Diskusi

A. Tahap Konstruksi

Tes yang dikonstruksi dalam penelitian ini memiliki kegunaan untuk mengukur keterampilan proses sains peserta didik di SMA/ sederajat. Materi tentang fluida statis menjadi konteks dalam tes kemampuan proses sains (TKPS) yang dikonstruksi. Berdasarkan hasil studi literatur terhadap beberapa penelitian mengenai pengembangan tes keterampilan proses sains dalam rentang tahun 2015 sampai 2018 diperoleh hasil bahwa tes yang dikonstruksi berupa tes objektif berbentuk pilihan ganda dengan lima pilihan jawaban. Tes keterampilan proses sains yang dikonstruksi terdiri atas 21 butir soal yang mengukur lima aspek KPS berdasarkan pada 11 aspek KPS yang dikembangkan oleh Nuryani Rustaman. Spesifikasi tes keterampilan proses sains disajikan pada Table 1.

Table 1: Spesifikasi tes keterampilan proses sains (TKPS).

Aspek KPS	Deskripsi/Indikator	Jumlah butir
Meramalkan/ prediksi	Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati	2
	Menggunakan pola-pola hasil pengamatan	2
Berhipotesis	Merumuskan dugaan atau jawaban sementara	3
Merencanakan percobaan/ penelitian	Menentukan alat/bahan/sumber yang akan digunakan	2
	Menentukan variabel/faktor penentu	2
	Menentukan apa yang akan diukur, diamati, dicatat	1
	Menentukan apa yang akan dilaksanakan berupa langkah kerja	1
Menafsirkan/ interpretasi	Menghubungkan hasil-hasil pengamatan	1
	Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan	1
	Menyimpulkan	2
Berkomunikasi	Membaca grafik atau tabel atau diagram	1
	Memeriksa/menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram	1
	Mengubah bentuk penyajian	2

B. Tahap Validasi

Proses pertama dalam tahap validasi yaitu penelaahan tes keterampilan proses sains oleh lima orang ahli. Data kuantitatif berupa skor yang diberikan ahli untuk masing-masing aspek pada setiap butir soal. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan validitas isi V Aiken dan teori respon butir. Hasil analisis validitas dengan V Aiken menunjukkan bahwa validitas isi tiap butir soal untuk semua aspek penilaian berada pada rentang 0,65 sampai 0,95 yang dikategorikan tinggi hingga sangat tinggi. Maka secara umum, tes keterampilan proses sains yang telah dikonstruksi dapat dikatakan valid. Selain dengan validitas isi V Aiken, analisis validitas juga menggunakan teori respon butir model respons bergradasi. Hasil analisis diperoleh bahwa puncak fungsi informasi untuk semua aspek penilaian berada dalam rentang -2 sampai $+2$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa berdasarkan analisis teori respon butir, tes keterampilan proses sains dikatakan valid. Kemudian, data kualitatif berupa catatan-catatan dan saran yang diberikan setiap ahli digunakan untuk perovisian atau perbaikan butir soal.

Tes keterampilan proses sains yang telah ditelaah dan diperbaiki kemudian diujikan pada sampel kecil yaitu 30 orang peserta tes [17]. Pada proses ini, peneliti mengamati reaksi peserta selama mengerjakan tes seperti waktu jeda berpikir, perubahan jawaban dan lain sebagainya yang mengindikasikan bahwa peserta tes mengalami kebingungan pada butir soal tertentu. Melalui proses ini peneliti dapat menentukan waktu yang diperlukan peserta untuk mengerjakan tes pada uji lapangan yang akan dilakukan. Setelah mengerjakan soal, peneliti melakukan wawancara kognitif dengan enam orang peserta tes [20]. Dalam proses ini peneliti menampung pendapat dan saran dari para peserta tes yang diwawancarai untuk kemudian dilakukan revisi atau perbaikan butir soal sehingga menjadi lebih baik dan siap untuk diuji cobakan secara luas pada partisipan penelitian.

Uji lapangan dilakukan di tiga sekolah berbeda, yaitu SMA negeri di kabupaten Sumedang, MA negeri di kabupaten Tasikmalaya dan SMA swasta di kabupaten Bandung. Total peserta tes adalah 197 peserta didik SMA kelas XI. Waktu mengerjakan tes keterampilan proses sains materi fluida statis adalah 50 menit. Data hasil uji lapangan kemudian dianalisis menggunakan teori respon butir untuk diketahui karakteristik tes yang telah dikonstruksi.

Terdapat tiga model parameter logistik (PL) yang dapat digunakan untuk menganalisis tes dikotomi. Oleh karena itu, dibutuhkan pemilihan model yang tepat dengan mengidentifikasi fungsi informasi tes dari tiap model. Kurva fungsi informasi tes disajikan pada Figure 1.

Berdasarkan kurva fungsi informasi dari ketiga model parameter logistik tersebut, dapat diketahui bahwa puncak fungsi informasi tertinggi adalah model 3PL, dengan nilai informasi yaitu 7,70. Sedangkan nilai informasi pada puncak fungsi informasi model 1PL dan 2 PL berturut-turut adalah 3,90 dan 4,16. Maka dapat disimpulkan bahwa model parameter logistik yang sesuai untuk menganalisis tes keterampilan proses sains materi fluida statis yang dikembangkan oleh peneliti yaitu model tiga parameter logistik (3PL).

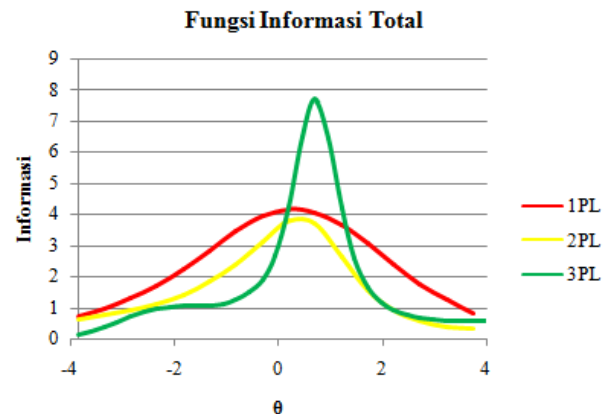


Figure 1: Kurva fungsi informasi total model 1PL, 2PL, dan 3PL.

Setelah diketahui model parameter logistik yang sesuai, kemudian dilakukan analisis estimasi parameter untuk mengetahui karakteristik tes keterampilan proses sains materi fluida statis. Parameter daya pembeda (a), tingkat kesukaran (b), dan faktor tebakan semu (c) yang diperoleh dari analisis tes keterampilan proses sains berdasarkan teori respon butir dengan model tiga parameter logistik disajikan pada Table 2.

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat diketahui bahwa nilai daya pembeda (a) 19 butir soal berada pada rentang 0 sampai 2, sedangkan dua butir soal yakni butir soal ke-1 dan ke-12 berada di atas angka 2. Hal ini dapat ditafsirkan bahwa hampir semua butir soal tes keterampilan proses sains dikategorikan memiliki estimasi daya pembeda yang baik. Sementara itu, nilai parameter b yang merupakan estimasi tingkat kesukaran dikategorikan baik jika berada pada rentang -2 sampai $+2$. Dari tabel di atas, sebanyak 12 butir soal tes keterampilan proses sains memiliki nilai b dalam rentang -2 sampai $+2$, delapan butir soal tes memiliki nilai b lebih dari $+2$ dan satu butir lainnya yakni butir soal ke-3 memiliki nilai b kurang dari -2 . Apabila dibuat dalam bentuk persentase maka dapat diketahui bahwa hanya 57% butir soal memiliki tingkat kesukaran yang baik. Kemudian untuk estimasi tebakan semu (c) dikategorikan baik apabila nilainya tidak lebih dari $\frac{1}{k}$ dengan k

adalah banyaknya pilihan jawaban. Tes keterampilan proses sains yang dikembangkan adalah tes pilihan ganda dengan lima pilihan jawaban, jadi butir soal dikatakan baik jika nilai c kurang dari 0,2. Berdasarkan data pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa terdapat empat butir soal yang memiliki nilai c lebih dari atau sama dengan 0,2. Artinya, hampir semua butir soal pada tes keterampilan proses sains memiliki estimasi tebakan semu yang dikategorikan baik.

Table 2: Hasil analisis estimasi parameter model 3PL

Aspek KPS	Butir	a	b	c
Meramalkan/ Prediksi	1	3,49	0,54	0,18
	2	1,87	0,51	0,15
	3	1,69	-2,53	0,17
	4	1,50	0,49	0,18
Berhipotesis	5	0,80	3,37	0,11
	6	0,19	6,07	0,20
	7	0,21	-1,47	0,18
Merencanakan percobaan/ penelitian	8	1,05	-0,17	0,14
	9	0,76	-0,83	0,18
	10	1,04	4,67	0,10
	11	1,35	-1,90	0,17
	12	3,94	0,72	0,08
	13	1,89	0,16	0,20
Menafsirkan/ interpretasi	14	0,20	4,51	0,19
	15	0,73	3,33	0,17
	16	0,70	0,00	0,15
	17	0,47	6,89	0,20
Berkomunikasi	18	0,29	8,06	0,25
	19	0,40	5,05	0,19
	20	1,04	-0,09	0,14
	21	0,80	0,48	0,18

Secara keseluruhan, karakteristik parameter tes keterampilan proses sains dapat dianalisis dari kurva karakteristik tes (*test characteristic curve/TCC*) seperti yang ditunjukkan pada Figure 2.

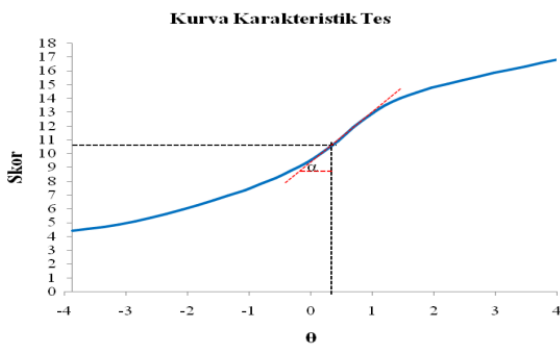


Figure 2: Kurva karakteristik tes model 3PL.

Berdasarkan Figure 2, diketahui bahwa partisipan dengan tingkat kemampuan $\theta = -4$ (kemampuan paling rendah) akan memperoleh skor 4,40 dari skor maksimal ideal 21, probabilitas 0 berada pada skor 4,40. Sedangkan partisipan dengan tingkat kemampuan 4 (kemampuan paling tinggi) akan memperoleh skor 16,80 dari skor maksimal ideal 21, artinya probabilitas 1 berada pada skor 6,80. Sehingga dapat diketahui bahwa probabilitas 0,5 berada pada skor 10,60 pada kurva karakteristik tes.

Nilai parameter b (tingkat kesukaran) tes dapat diketahui dengan cara menarik garis horizontal pada nilai probabilitas 0,5 (yaitu pada skor 10,60) sampai pada kurva TCC kemudian dari perpotongan tersebut ditarik garis vertikal sampai sumbu kemampuan (θ). Nilai yang ditunjukkan pada sumbu mendatar atau sumbu kemampuan (θ) merupakan nilai parameter b (tingkat kesukaran) dari TCC. Berdasarkan kurva karakteristik total diketahui bahwa nilai $b = 0,35$ atau berada dalam kategori tingkat kesukaran sedang.

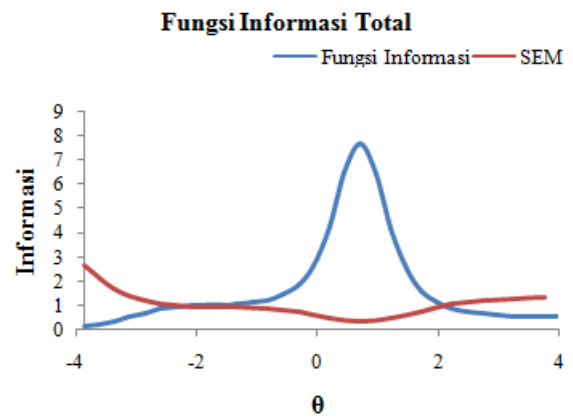


Figure 3: Kurva fungsi informasi dan *standard error of measurement* (SEM) model 3PL.

Nilai parameter c merupakan *asymptote* dari kurva karakteristik total yang mempresentasikan estimasi faktor tebakan semu dari partisipan. Berdasarkan kurva karakteristik total, diketahui bahwa nilai c untuk tes keterampilan proses sains ini berada pada skor 4,4 sehingga besar probabilitasnya adalah 0,21 dan dikategorikan kurang baik karena berada pada nilai lebih dari $\frac{1}{k}$, yaitu lebih dari 0,2. Sedangkan nilai parameter a (daya pembeda) diperoleh dari kemiringan lereng (*slope*), nilai a juga dapat diperoleh dari hasil $\tan \alpha$. Berdasarkan kurva karakteristik total, diperoleh bahwa tes keterampilan proses sains yang dikembangkan memiliki nilai $a = \tan \alpha = \tan 48 = 1,11$. Artinya daya pembeda (a) tes keterampilan proses sains sebesar 1,11 dan

dikategorikan baik karena berada pada rentang 0 sampai 2.

Reliabilitas tes dapat diketahui dari fungsi informasi tes yang disajikan pada Figure 3. Berdasarkan kurva dapat diketahui bahwa puncak informasi total model 3PL berada pada nilai 7,70 dengan kesalahan penaksiran (SEM) sebesar 0,36. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tes keterampilan proses sains yang terdiri atas 21 butir soal yang diujikan kepada 197 partisipan menunjukkan butir-butir soal akan reliabel jika diberikan pada taraf kemampuan sedang. Perpotongan antara kedua kurva juga menunjukkan bahwa butir-butir soal dalam tes keterampilan proses sains akan cocok untuk mengetahui keterampilan proses sains partisipan yang memiliki kemampuan dalam rentang $-1,84$ sampai $2,22$ yaitu partisipan dengan kategori kemampuan rendah hingga kemampuan tinggi.

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tes keterampilan proses sains yang dikonstruksi telah valid dan reliabel serta parameter tes dominan dalam kategori baik. Maka instrumen tes keterampilan proses sains materi fluida statis layak digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains peserta didik dengan kategori kemampuan rendah hingga kemampuan tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada SMAN Jatinangor, MAN 2 Tasikmalaya, dan SMA Pasundan 8 Bandung baik kepala sekolah, wakil kepala sekolah bidang kurikulum, guru pengajar fisika maupun staf yang telah memberikan izin waktu dan tempat penelitian bagi penulis, juga terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu.

References

- [1] G. K. Yumusak, Science process skills in science curricula applied in Turkey, *Journal of Education and Practice* **7** (20), 94-98 (2016).
- [2] G. Tezcan and G. Meric, Developing a science process skills test regarding the 6th graders, *The International Journal of Assessment and Evaluation* **19**, (2013).
- [3] H. E. Abungu, M. I. O. Okere, and S. W. Wachanga, The effect of science process skills teaching approach on secondary school students' achievement in chemistry in Nyando District Kenya, *Journal of Educational and Social Research* **4** (6), 359-372 (2014).
- [4] Lihat, <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/publications/research/skill.htm>.
- [5] American Association for the Advancement of Science (AAAS), *The Nature of Science - Benchmarks for Science Literacy*, (Oxford University Press, New York, 1993).
- [6] P. Turiman, Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, **59**, 110-116 (2012).
- [7] E. H. M. Shahali and L. Halim, Development and validation of a test of integrated science process skills, *Procedia Social and Behavioral Sciences* **9**, 142-146 (2010).
- [8] B. K. Temiz, M. F. Tasar, and M. Tan, Development and validation of a multiple format test of science process skills, *International Education Journal* **7** (7), 1007-1027 (2006).
- [9] W. Harlen, Purposes and procedures for assessing science process skills, *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice* **6** (1), 129-144 (1999).
- [10] A. Suryani, P. Siahaan, and A. Samsudin, dalam *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015* (ITB, Bandung, 2015), p. 217-220.
- [11] A. A. Zamista and I. Kaniawati, dalam *Prosiding Seminar Nasional Fisika* (SNF, 2015).
- [12] E. T. Ong, dalam *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences 2016* (EPESS, 2016), p. 342-351.
- [13] N. Ilmi, dalam *Prosiding Seminar Nasional Fisika* (SNF, 2016).
- [14] R. Nurfatihah, *Pengembangan Tes Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI pada Sub Materi Pengaruh Konsentrasi dan Katalis terhadap Laju Reaksi*, (Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2017).
- [15] S. Jalil, Development and validation of science process skills instrument in physics, *Journal of Physics: Conference Series*, (2018).
- [16] D. S. Naga, *Pengantar Teori Sekor pada Pengukuran Pendidikan*, (Gunadharma, Jakarta, 1992).
- [17] L. M. Crocker and J. Algina, *Introduction to Classical and Modern Test Theory*, (Holt, Rinehart and Winston, INC, New York, 1986).
- [18] N. Rustaman, *Strategi Belajar Mengajar Biologi*, (UM PRESS, Malang, 2005).
- [19] Aiken, Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings, *Educational and Psychological Measurement* **45**, 131-142 (1985).
- [20] D. T. Tiruneh, Measuring critical thinking in physics: Development and validation of a critical thinking test in electricity and magnetism, *International Journal of Science and Mathematics Education*, (2016).