

KARAKTERISTIK TES PENALARAN ILMIAH MATERI MOMENTUM DAN IMPULS BERDASARKAN TEORI RESPON BUTIR

Hilda Permata*, Taufik Ramlan Ramalis, Ida Kaniawati

Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 40154 Indonesia

*E-mail: hildapermata@student.upi.edu

ABSTRAK

Penalaran ilmiah merupakan perangkat keterampilan penalaran dasar yang pada umumnya diperlakukan bagi peserta didik untuk melakukan penyelidikan ilmiah. Berdasarkan studi pendahuluan, pada pelaksanaan evaluasi pembelajaran guru belum mengembangkan instrumen tes yang mampu mengukur penalaran peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakteristik tes penalaran ilmiah. Data dianalisis menggunakan teori respon butir 3PL, model ini dipilih karena memiliki nilai fungsi informasi paling tinggi 6,095. Desain penelitian menggunakan concurrent embedded yaitu metode penelitian yang menggabungkan antara metode kualitatif dengan metode kuantitatif pada materi momentum dan impuls. Partisipan yang terlibat 100 peserta didik dari SMAN 15 Bandung. Instrumen yang digunakan adalah bentuk tes penalaran ilmiah berupa tes tertulis pilihan berganda yang berjumlah 15 butir soal. Hasil analisis tes penalaran ilmiah dapat dikatakan valid baik berdasarkan analisis menggunakan validitas isi Aiken V dan analisis parameter logistik. Hasil analisis kurva karakteristik tes menunjukkan bahwa tes penalaran ilmiah memiliki nilai parameter daya pembeda (a) sebesar 1,19 yang artinya berkategori baik, nilai parameter tingkat kesukaran tes (b) sebesar -0,063 yang artinya berada dikategori sedang, dan nilai parameter faktor tebakan semu (c) sebesar 0,035 yang artinya dalam kategori baik. Tes penalaran ilmiah ini memiliki nilai fungsi informasi 6,095 dan SEM (Standard Error of Measurement) sebesar 0,41 dengan estimasi reliabilitas tes penalaran ilmiah berada pada rentang skala -1,08 sampai 2,22 sehingga tes tersebut reliabel mengukur kemampuan rendah sampai tinggi.

Kata Kunci: Penalaran Ilmiah; Karakteristik Tes; Respon Teori Butir

ABSTRACT

Scientific reasoning is a device of basic reasoning skills that are generally treated for students to carry out scientific investigations. Based on the preliminary study, the teacher learning evaluation has not developed a test instrument capable of measuring students' reasoning. This study aims to characterize scientific reasoning tests. Data were analyzed using the 3PL item response theory, this model was chosen because it has the highest information function value of 6.095. The research design uses concurrent embedded, a research method that combines qualitative methods with quantitative methods on the material of momentum and impulse. Participants involved 100 students from SMAN 15 Bandung. The instrument used was a form of scientific reasoning test in the form of a multiple choice written test, totaling 15 items. The results of the analysis of the scientific reasoning test can be said to be valid both based on the analysis using the content validity of Aiken V and logistic parameter analysis. The results of the test characteristic curve analysis show that the scientific reasoning test has a distinguishing power parameter value (a) of 1.19 which means that it is categorized as good, the parameter value of the difficulty level of the test (b) is -0.063 which means it is in the medium category, and the parameter value of the pseudo guess (c) 0.035 which means in the good category. This scientific reasoning test has an information function value of 6.095 and SEM (Standard Error of Measurement) of 0.41 with the estimated reliability of the scientific reasoning test in the scale range of -1.08 to 2.22 so that the test reliably measures low to high abilities.

Keywords: Scientific Reasoning; Test Characteristics; Item Theory Response

PENDAHULUAN

Penalaran ilmiah didefinisikan sebagai perangkat keterampilan penalaran dasar yang pada umumnya diperlakukan bagi peserta didik untuk berhasil melakukan penyelidikan ilmiah, yang meliputi mengidentifikasi masalah, merumuskan dan menguji hipotesis, memanipulasi dan mengisolasi variabel, dan mengamati serta mengevaluasi konsekuensi (Han, 2013). Menurut Han (2013) keterampilan penalaran ilmiah penting karena memasuki setiap domain pendidikan. Keterampilan penalaran ilmiah adalah alat yang memungkinkan seseorang untuk memperoleh pengetahuan baru dan berpikir kritis.

Pada abad 21, penalaran ilmiah merupakan salah satu keterampilan yang diharapkan dapat diterapkan di kelas sebagai upaya untuk mempersiapkan peserta didik agar mampu menghadapi era globalisasi. Penelitian ini menggunakan lima dimensi keterampilan penalaran ilmiah, yaitu (1) penalaran proporsional, (2) penalaran probabilitas, (3) penalaran korelasi, (4) penalaran kontrol variabel, dan (5) penalaran hipotesis deduktif.

Terdapat beberapa jenis format tes yang digunakan untuk mengukur penalaran ilmiah peserta didik, salah satunya adalah format tes yang dikembangkan oleh Lawson (1978) yang memiliki sebutan LTSR (Lawson Test Scientific Reasoning) atau CTSR (Classroom Test Scientific Reasoning) (2000). CTSR terdiri dari sepengkat soal yang mengukur dimensi penalaran ilmiah dengan format tes yang digunakannya adalah pilihan ganda beralasan. Tes penalaran ilmiah milik Anton E. Lawson bersifat umum dan kaku, tes ini belum dapat mengungkapkan penalaran ilmiah peserta didik pada satu pokok bahasan materi tertentu.

Untuk mendapatkan hasil dari uji suatu tes, diperlukan suatu analisis yang didapatkan ketika sebuah tes telah diujikan pada sampel. Hasil dari sebuah uji tes akan memperlihatkan karakteristik tes tersebut. Karakteristik tes menjadi suatu ciri khas dalam sebuah

instrumen tes dan analisis tes diperlukan untuk mengetahui kualitas tes tersebut. Dua jenis analisis tes yang masih digunakan sampai saat ini adalah analisis tes menggunakan teori tes klasik dan teori tes modern. Teori tes modern dikembangkan oleh para ahli untuk mengatasi kekurangan-kekurangan yang ada pada teori tes klasik.

Penelitian ini menggunakan instrumen tes seperangkat soal pilihan berganda berjumlah 15 soal untuk mengukur dimensi penalaran ilmiah pada tiap butir soal yang sebelumnya sudah melalui tahap judgment ahli.

Materi momentum dan impuls dipilih karena berdasarkan studi literatur belum ada yang mengembangkan instrumen tes penalaran ilmiah menggunakan materi momentum dan impuls.

Penelitian yang telah dilakukan banyak yang mengukur penalaran ilmiah pada lingkup materi mekanika saja seperti pada materi gaya yang telah dilakukan oleh Colleta dan Phillips. Stephens dan Clement juga melakukan penelitian yang serupa pada materi gerak dan gaya. Padahal ada banyak materi fisika lain yang dapat dijadikan pengukuran penalaran ilmiah seseorang, seperti materi momentum dan impuls.

Sejauh ini banyak terdapat beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu Karakteristik Tes Penalaran Ilmiah Siswa SMA Materi Mekanika Berdasarkan Analisis Tes Teori Respon Butir (Alifa, T.F., Ramalis, T.R., & Purwana, U., 2018). Pada penelitian tersebut, peneliti membuat tes penalaran ilmiah materi mekanika dengan bentuk pilihan berganda dan sebagai dasar pembuatan instrumen tes, peneliti merujuk pada dimensi tes LCTSR (2000). Penelitian yang berjudul Karakterisasi Tes Penalaran Ilmiah Materi Suhu dan Kalor Berdasarkan Teori Respon Butir (Saptawulan, W., Ramalis, T.R., & Muslim, M., 2018) membuat tes penalaran ilmiah berbentuk pilihan ganda materi suhu dan kalor SMP dan menggunakan dimensi tes LCTSR 2000.

Penggunaan Teori Respon Butir telah banyak digunakan dalam menganalisis instrumen tes, termasuk dalam menganalisis instrumen tes materi fisika di sekolah salah satunya dalam mengukur dimensi kognitif (Mu'iz, M. S., Kaniawati, I., & Ramalis, T. R., 2018). Penelitian yang dilakukan oleh (Hakim, M. L., Muslim, M., & Ramalis, T. R., 2019) mengenai penentuan karakteristik tes ranah kognitif pada materi elastisitas menggunakan teori respon butir dan menghasilkan tes yang memiliki validitas tinggi serta tes berkategori baik. Penelitian yang dilakukan oleh (Rosidah, N. A., Ramalis, T. R., & Suyana, I., 2018) mengenai karakteristik tes keterampilan berpikir kritis materi suhu dan kalor menggunakan teori respon butir yang menunjukkan bahwa tes tersebut reliabel untuk mengukur kemampuan peserta didik pada tingkat kemampuan rendah sampai tinggi, dan penelitian yang dilakukan oleh (Ningsih, D. R., Ramalis, T. R., & Purwana, U., 2018) mengenai karakteristik tes keterampilan berpikir kritis materi getaran harmonik menggunakan teori respon butir yang menunjukkan bahwa semua butir tes memiliki karakteristik yang berkategori baik.

Berdasarkan studi lapangan yang dilakukan dengan mewawancarai guru mata pelajaran fisika bahwa pada pelaksanaannya, guru belum mengembangkan instrumen tes yang dapat mengukur penalaran peserta didik dan tes yang dibuat jarang sekali melalui tahap analisis soal terlebih dahulu.

Terdapat dua alat untuk melakukan analisis tes, yaitu analisis tes klasik dan analisis tes modern (teori respon butir). Analisis tes modern dikembangkan untuk mengatasi kekurangan yang ada pada analisis tes klasik. Ciri – ciri teori respons butir adalah 1) karakteristik butir tidak tergantung peserta ujian, 2) skor yang digambarkan peserta ujian tidak tergantung pada tes, 3) merupakan model yang menekankan pada tingkat butir daripada tes, 4) merupakan model yang tidak mensyaratkan secara ketat tes paralel untuk menaksirkan reabilitas, dan 5) merupakan hubungan fungsional antara

peserta tes dengan tingkat kemampuan yang dimiliki (Retnawati, 2014).

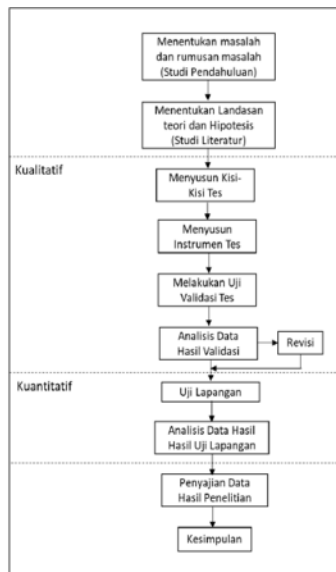
Terdapat tiga asumsi yang mendasari teori respon butir, yaitu 1) unidimensi, hanya boleh mengukur satu kemampuan saja dalam setiap butir soal, 2) independensi lokal, tidak ada hubungan antara peserta tes dengan butir soal, 3) invariansi parameter, karakteristik butir soal tidak tergantung pada distribusi parameter kemampuan peserta tes dan parameter yang menjadi ciri peserta tes tidak bergantung dari ciri butir soal. (Hambleton, Swaminathan, & Roger, 1991).

Dalam teori respon butir terdapat bentuk tes dikotomi yang memiliki tiga model parameter logistik, yaitu 1) Model 1 parameter logistik, hanya menitikberatkan pada parameter tingkat kesukaran soal, 2) Model 2 parameter logistik, hanya menitikberatkan pada tingkat kesukaran soal dan daya pembeda soal, 3) Model 3 parameter logistik, menitikberatkan pada kesukaran soal, daya pembeda soal, dan menebak. Pada penggunaan teori ini, dilakukan analisis data untuk melihat mana yang sesuai dari ketiga model parameter tersebut. pada penelitian ini, model 3 parameter logistik adalah model yang sesuai.

Berdasarkan dari uraian diatas, dilakukan penelitian dengan judul “Karakteristik Tes Penalaran Ilmiah Materi Momentum dan Impuls Berdasarkan Teori Respon Butir”.

METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode campuran atau mix method (Cresswell, 2015).



Gambar 1. Desain Penelitian Model *Concurrent Embedded*

Penelitian karakteristik tes penalaran ilmiah materi momentum dan impuls adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik tes yang dikembangkan oleh peneliti. Metode penelitian yang digunakan merupakan metode penelitian yang menggabungkan antara metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif dilakukan dengan mewawancarai guru SMA, menyusun kisi-kisi Tes Penalaran Ilmiah (TPI), penyusunan instrumen untuk materi momentum dan impuls, dan uji validasi TPI momentum dan impuls. Metode kuantitatif didapatkan dengan melakukan pengujian TPI kepada partisipan yang berjumlah minimal 100 orang.

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh peserta didik SMAN 15 Bandung yang sudah mempelajari materi momentum dan impuls. Sampel pada penelitian ini adalah peserta didik kelas XI MIPA di SMAN 15 Bandung. Analisis TPI dilakukan berdasarkan model tiga parameter logistik (3 PL) yang dilakukan dengan bantuan program eirt.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengembangan adalah seperangkat TPI materi momentum dan impuls dengan bentuk tes pilihan berganda dengan lima dimensi penalaran ilmiah yang dibagi pada tiap butir soal. Dimensi penalaran ilmiah yang digunakan adalah: penalaran

proporsional, penalaran korelasional, penalaran kontrol variabel, dan penalaran hipotesis deduktif.

Validitas

Validitas isi adalah validitas yang diestimasi lewat uji kelayakan isi tes melalui analisis rasional oleh panel yang berkompeten atau melalui penilaian para ahli (Hendryadi, 2014). Pengujian validitas isi menggunakan persamaan yang diajukan oleh Aiken:

$$V = \frac{\sum S}{[n(c - 1)]}$$

$$S = r - l_0$$

keterangan: V : koefisien validitas isi, l_0 : angka penilaian validitas yang terendah (misalnya 1), c : angka penilaian validitas yang tertinggi (misalnya 5) dan n : banyak ahli yang memvalidasi r : angka yang diberikan oleh penilai.

Koefisien validitas isi (V) memiliki kemungkinan 0 sampai dengan 1, nilai tersebut menunjukkan derajat dari validitas butir. Sebuah butir dapat dianggap valid jika nilai $V \geq 0,5$ (Suseno, 2014).

Interpretasi indeks validasi ahli dapat juga menggunakan kriteria sesuai dengan tabel 1

Tabel 1 Interpretasi Aiken'V

Hasil Validasi	Kriteria
$0,80 < V \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < V \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < V \leq 0,60$	Cukup
$0,20 < V \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < V \leq 0,20$	Sangat Rendah

Tabel 2 Hasil Analisis Judgment Ahli menggunakan Aiken'V

Butir	A1 (s)	A2 (s)	A3 (s)	A4 (s)	A5 (s)	A6 (s)	A7 (s)	ΣS	n(c-1)	V	Interpretasi
1	11	8	10	12	12	12	10	75	12	0,89	Sangat Tinggi
2	12	11	11	11	12	12	7	76	12	0,90	Sangat Tinggi
3	11	12	10	12	12	11	7	75	12	0,89	Sangat Tinggi
4	12	12	10	12	12	11	7	76	12	0,90	Sangat Tinggi
5	11	12	9	12	12	11	10	77	12	0,92	Sangat Tinggi
6	12	12	9	12	12	11	7	75	12	0,89	Sangat Tinggi
7	12	12	9	12	12	11	7	75	12	0,89	Sangat Tinggi
8	11	8	8	12	12	11	8	70	12	0,83	Sangat Tinggi
9	12	8	9	12	12	11	7	71	12	0,85	Sangat Tinggi
10	12	7	8	12	12	11	7	69	12	0,82	Sangat Tinggi
11	12	8	9	12	12	11	7	71	12	0,85	Sangat Tinggi
12	12	8	9	12	12	11	7	71	12	0,85	Sangat Tinggi
13	11	7	9	12	12	11	9	71	12	0,85	Sangat Tinggi
14	12	11	9	12	12	11	7	74	12	0,88	Sangat Tinggi
15	12	11	9	12	12	11	7	74	12	0,88	Sangat Tinggi

Keterangan: A = aspek yang diukur

Secara matematis model 3 PL (Suwanto, 2011) dapat dituliskan sebagai berikut.

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{a_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{a_i(\theta - b_i)}}$$

Keterangan:

i : 1, 2, 3, ..., n

Pi (θ) : probabilitas peserta tes yang memiliki kemampuan θ dapat menjawab butir ke i dengan benar

Θ : tingkat kemampuan peserta tes

ai : indeks daya pembeda

bi : indeks kesukaran butir ke-i

e : bilangan natural yang nilainya mendekati 2,718

n : banyaknya butir dalam tes

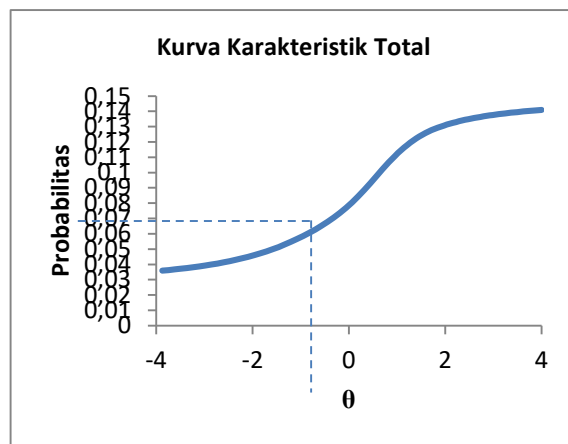
c : Indeks faktor tebakan semu

Faktor tebakan semu (c)		
Keterangan	Frekuensi	Persentase (%)
Baik	15	100
Tidak baik	0	0
Total	0	0

Berdasarkan tabel 3, diketahui bahwasanya untuk daya pembeda (a) terdapat 12 butir soal termasuk dalam kategori baik (80%) dan 3 butir (20%) kurang baik, tingkat kesukaran (b) 15 butir soal (100%) termasuk kedalam kategori sedang, dan untuk faktor tebakan semu 15 butir soal (100%) masuk dalam kategori baik.

Tabel 3. Parameter butir pada model 3 PL

Daya Pembeda (a)		
Keterangan	Frekuensi	Persentase (%)
Baik	12	80
Kurang baik	3	20
Total	15	100
Tingkat kesukaran (b)		
Keterangan	Frekuensi	Persentase (%)
mudah	0	0
sedang	15	100
sukar	0	0
Total	15	100



Gambar 2. Kurva karakteristik total model 3 PL

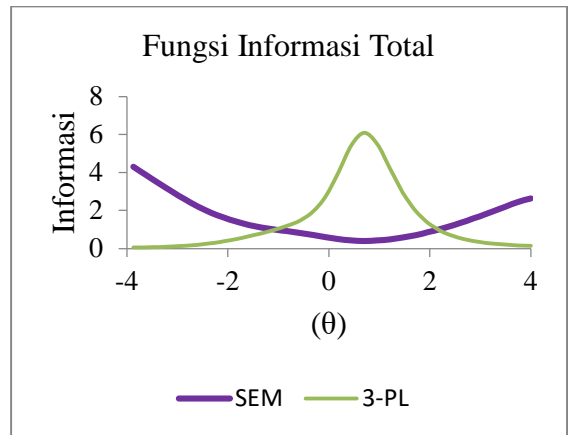
Dari Gambar 2 diketahui bahwa partisipan dengan tingkat kemampuan $\theta = -3,87$ (kemampuan paling rendah) akan memperoleh probabilitas 0,035 dari probabilitas maksimum yaitu 0,15 dengan probabilitas 0 berada pada 0,035. Untuk partisipan dengan tingkat kemampuan 4 (kemampuan paling tinggi) akan memperoleh probabilitas 0,141 dari probabilitas maksimal 0,15 artinya probabilitas 0,15 berada pada 0,141. Sehingga dapat diketahui probabilitas 0,07 berada pada skor 0,077 pada kurva karakteristik total.

Nilai parameter b (tingkat kesukaran) tes dapat diketahui dengan menarik garis secara horizontal pada nilai probabilitas 0,07 (yaitu pada 0,077) sampai pada kurva TCC lalu 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 $b = -0,063$ atau berada dalam kategori tingkat kesukaran sedang.

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 penalaran ilmiah ini berada probabilitas 0,035 dan dikategorikan baik karena berada pada nilai kurang dari $1/k$, yaitu kurang 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 penalaran ilmiah yang dikembangkan memiliki nilai $a = \tan \alpha = \tan 50^\circ = 1,19$ artinya daya pembeda (a) tes penalaran ilmiah sebesar 1,19 dan dikategorikan baik karena berada pada rentang 0 sampai 2.

Reliabilitas

Reliabilitas tes pada tes respon butir ditunjukkan oleh fungsi informasi tes yang kebenarannya bersifat probabilitas dan tidak lepas dari kesalahan pada pengukuran. Kurva fungsi informasi dan SEM untuk model 3 PL disajikan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Kurva fungsi informasi dan *Standard Error of Measurement* (SEM) model 3 PL

Dari kurva di atas diketahui puncak informasi total model 3 PL berada pada nilai informasi 6,095 dengan taraf kemampuan $\theta = 0,698$ dengan kesalahan penaksiran (SEM) sebesar 0,41. Perpotongan antara kurva fungsi informasi dan kurva SEM berada pada rentang -1,08 sampai dengan 2,22. Hal ini menunjukkan bahwasanya butir-butir soal dalam tes penalaran ilmiah materi momentum dan impuls yang telah dibuat reliabel untuk mengetahui penalaran ilmiah partisipan yang memiliki kemampuan dalam rentang -1,08 sampai 2,22 yaitu partisipan dengan kategori kemampuan rendah sampai kemampuan tinggi.

SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan adalah TPI materi momentum dan impuls untuk peserta didik SMA memiliki karakteristik tes yang baik dan akan reliabel jika diberikan pada peserta didik dengan tingkat kemampuan rendah sampai kemampuan tinggi.

REFERENSI

- [1] Alifa, T. F., Ramalis, T. R., & Purwana, U. 2018. Karakteristik Tes Penalaran Ilmiah Siswa SMA Materi Mekanika Berdasarkan Analisis Tes Teori Respon Butir. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 5(1), 80-89.

- [2] Creswell, J. W. (2015). *Research Design : Qualitative, Quantitative, and Mix Methods Approach (terjemahan)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [3] Hakim, M. L., Muslim, M., & Ramalis, T. R. (2019). Karakteristik Tes Hasil Belajar Ranah Kognitif Materi Elastisitas Menggunakan Analisis Item Response Theory. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 10(1), 22-32
- [4] Hambleton R.K., et. al. (1991). *Fundamentals of item response theory*. Newbury Park, CA: Sage Publications
- [5] Han, J. (2013). *Scientific Reasoning :Research, Development, and Assessment (Disertasi)*. Ohio State: The Ohio State University.
- [6] Hendryadi. (2014). Content Validity (Validitas Isi). *Teorioline Personal Paper*. No. 01.
- [7] Mu'iz, M. S., Kaniawati, I., & Ramalis, T. R. (2018, December). Analyzing instrumen characteristics of critical thinking skills and mastery of concepts based on item response theory. In *International Conference on Mathematics and Science Education of Universitas Pendidikan Indonesia* (Vol. 3, pp. 162-167).
- [8] Ningsih, D. R., Ramalis, T. R., & Purwana, U. Pengembangan Tes Keterampilan Berpikir Kritis Berdasarkan Analisis Teori Respon Butir. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(2), 45-50.
- [9] Retnawati, H. (2014). *Teori respons butir dan penerapannya*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- [10] Rosidah, N. A., Ramalis, T. R., & Suyana, I. (2018). Karakteristik Tes Keterampilan Berpikir Kritis Berdasarkan Teori Respon Butir. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 5(1), 54-63.
- [11] Saptawulan, W., Ramalis, T. R., & Muslim, M. (2018). Karakterisasi Tes Penalaran Ilmiah Materi Suhu Dan Kalor Berdasarkan Teori Respon Butir. In *Seminar Nasional Fisika*(Vol. 4, No. 1, pp. 41-48).
- [12] Suseno, M. N. (2014). *Pengembangan Pengujian Validitas Isi dan Validitas Konstrak: Interpretasi Hasil Pengujian Validitas. Seminar Nasional Psikometri (hal. 70-83)*. Yogyakarta: Publikasi Ilmiah.