



Rancangan Pengembangan Instrumen Keterampilan Proses Sains Berbasis Pilihan Ganda pada Materi Momentum dan Impuls

Siska Dewi Aryani*, Achmad Samsudin, Hera Novia

Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Abstrak

Penelitian dilatar belakangi oleh tuntutan pembelajaran yang harus relevan dengan pendidikan abad 21 yang lebih menekankan pada salah satu keterampilan dalam mengembangkan instrumen keterampilan proses sains. Penelitian ini bertujuan mengetahui validitas dan reliabilitas instrumen tes pilihan ganda untuk mengukur keterampilan proses sains siswa SMA pada topik momentum dan impuls menggunakan analisis *Rasch*. Instrumen tes di susun berdasarkan indikator keterampilan proses sains yaitu observasi, klasifikasi, interpretasi, prediksi, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, merencanakan penelitian, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep dan berkomunikasi. Penelitian ini menggunakan model 4D (*Defining, Designing, Developing, dan Disseminating*). Sampel yang digunakan adalah 30 siswa kelas X SMA di kota Tasikmalaya. dan instrumen yang dikembangkan sebanyak 35 soal pilihan ganda. Hasil analisis menunjukkan bahwa instrumen valid dan reliabel sehingga dapat digunakan untuk melatih keterampilan proses sains siswa. Instrumen yang valid dan reliabel menjadi hal yang penting dalam mengukur tujuan pembelajaran yang diharapkan.

Masuk:
20 Oktober 2023
Diterima:
26 November 2023
Diterbitkan:
01 Desember 2023

Kata kunci:

Analisis *Rasch*,
Instrumen
Keterampilan Proses
Sains, Momentum dan
Impuls, Soal pilihan
Ganda,

PENDAHULUAN

Model *Rasch* adalah model untuk menganalisis data. Model *Rasch* di rancang untuk menyiapkan instrumen uji dengan parameter *item* dan *pearson* (Suryana dkk., 2020; Samsudin dkk., 2020; Aminudin dkk., 2019). Model *Rasch* dikembangkan untuk menganalisis data diantaranya yaitu dikotomi dan poliatomi (Chan dkk., 2014). Analisis *Rasch* memiliki kelebihan yaitu mampu memprediksi data yang hilang didasarkan pada pola respon yang sistematis. Menurut Sumintono (2018) analisis data *Rasch* dapat memfasilitasi dalam analisis pengembangan instrumen. Selain itu, analisis model *Rasch* sudah banyak dikembangkan pada penelitian sains diantaranya mata pelajaran fisika (Wibowo dkk., 2017). Instrumen dalam mata pelajaran fisika harus mampu

melatihkan berbagai keterampilan, salah satunya yaitu keterampilan proses sains.

Keterampilan yang harus dilatihkan pada diri peserta didik diantaranya yaitu keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains yaitu kemampuan dasar yang diperlukan untuk pengaplikasian dan pemahaman konsep sains (Turiman dkk., 2012). Hal ini sejalan dengan pernyataan Kurniawati (2021) bahwa keterampilan proses sains adalah keterampilan berpikir logis dan masuk akal yang diterapkan dalam sains. Keterampilan berpikir ini digunakan untuk menkonstruksi pengetahuan secara bersamaan dalam memecahkan masalah dan merumuskan hasil (Ramadani dkk., 2017; Özgelen, 2012). Keterampilan proses sains juga dapat melatih siswa untuk mengaplikasikan sains bukan hanya

*Korespondensi: Siska Dewi Aryani ✉ siskadewi.aryani18@upi.edu 📍 Universitas Pendidikan Indonesia, Jl Dr. Setiabudi No. 229 Bandung, Indonesia.

sekedar teori (Yunita dkk., 2022). Menurut Yamtinah (2017) dengan kemampuan berpikir maka terbentuklah aktivitas-aktivitas sains sehingga mendorong pembentukan keterampilan yang diterapkan untuk memperoleh pengetahuan dan menyebarkan apa yang diperoleh untuk meningkatkan penggunaan keterampilan psikomotorik yang optimal. Hal ini dikarenakan sains bukan hanya tentang pengetahuan semata melainkan memahami lingkungan secara sistematis untuk mempelajari dunia sains secara lebih detail.

Keterampilan proses sains sangat penting untuk diterapkan dalam pembelajaran khususnya di Indonesia. Penerapan keterampilan proses sains banyak diterapkan pada berbagai mata pelajaran, termasuk fisika. Salah satu konsep fisika yang umum diajarkan di sekolah adalah momentum dan impuls. Namun untuk melihat penerapan keterampilan ini diterapkan secara maksimal dalam proses pembelajaran di kelas, diperlukan adanya alat penilaian untuk melihat tingkat ketercapaian tujuan pembelajaran saintifik. Oleh karena itu, Osman (2010) dalam penelitiannya berpendapat bahwa diperlukan alat dan langkah yang lebih mendasar untuk melakukan pengujian keterampilan proses ilmiah. Alat penelitian atau desain pertanyaan mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil penelitian yang diperoleh. Alat yang dibuat tidak hanya mengacu pada pernyataan dalam bentuk teoritis saja, namun harus mampu melatih suatu keterampilan khususnya keterampilan proses sains.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah memperoleh gambaran mengenai rancangan pengembangan instrumen keterampilan proses sains berbasis pilihan ganda pada materi momentum dan impuls dengan tujuan bahwa instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi keterampilan proses sains siswa saat proses pembelajaran. Adapun kegunaan penelitian adalah proses pembelajaran

yang dilakukan dalam kelas dapat dilakukan dengan cara mengukur hasil belajar pada aspek keterampilan proses sains peserta didik. Keterampilan proses sains tidak hanya dilatihkan melalui praktikum melainkan juga dapat dilakukan dengan cara penilaian yaitu model instrumen pilihan ganda.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan instruksional 4D yaitu *defining, designing, developing, dan disseminating*. Pada tahap *defining* dilakukan *studi literature* dan mengidentifikasi variabel yang akan dikembangkan. Pada tahap *designing* dilakukan pembuatan kisi-kisi instrumen keterampilan proses pada topik momentum impuls. Pada tahap *developing* bertujuan untuk mengembangkan instrumen keterampilan proses sains menjadi instrumen pilihan ganda. Tahap terakhir yaitu *disseminating* yaitu instrumen telah dibuat dan di implementasikan kepada siswa kemudian dianalisis dengan *Rasch*.

Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan adalah 30 siswa perempuan dan laki-laki kelas X SMA Negeri Kota Tasikmalaya tahun ajaran 2023/2024. Sampel ditentukan berdasarkan siswa yang mengalami nilai tertinggi pada ulangan harian materi momentum dan impuls.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah 35 soal pilihan ganda dari 10 indikator yang dikembangkan oleh (Rustaman, 2007) yaitu observasi, klasifikasi, interpretasi, prediksi, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, merencanakan penelitian, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep dan berkomunikasi pada topik momentum dan impuls.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui kualitas instrumen yang dilihat dari validitas instrumen, validitas *item*, reliabilitas *item*, reliabilitas *pearson*

dan *Wright-map* menggunakan aplikasi WINSTEP dengan analisis *Rasch Model*. Penskoran dilakukan dengan menggunakan skor 1 (jika menjawab benar) dan 0 (jika menjawab salah)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan instrumen ini dilakukan mengikuti tahapan pada metode penelitian dan model 4D yaitu (*Defining, Designing, Developing, dan Disseminating*).
Tahap *Defining*

Instrumen tes yang dikembangkan bertujuan untuk mengukur keterampilan proses sains pada materi momentum dan impuls. Pada tahap *defining* dilakukan sejumlah langkah pendefinisian instrumen keterampilan proses sains sebagai berikut.

Melakukan studi literatur pada berbagai sumber dengan mendefinisikan berbagai variabel penelitian, subjek penelitian adalah siswa pada level sekolah menengah atas di kota Tasikmalaya, indikator yang diteliti dalam keterampilan proses sains yang digunakan adalah 10 indikator yang dijabarkan dalam kisi-kisi soal Instrumen tes berbentuk pilihan ganda sebanyak 35 soal dan topik yang digunakan adalah momentum dan impuls.

Tahap *Designing*

Setelah mengumpulkan referensi pada tahap pendefinisian, penulis membuat kisi-kisi instrumen tes keterampilan proses sains seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Proses Sains

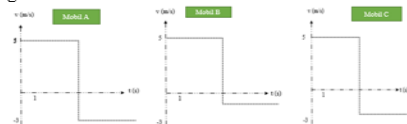
No	Aspek	Indikator KPS	Nomor Soal	Jumlah Soal
1.	Mengamati/ mengobservasi	Menggunakan sebanyak mungkin indra	1,2,3,4	4
2.	Memprediksi/ meramalkan	Mengungkapkan apa yang mungkin terjadi pada suatu keadaan yang belum diamati	5,6,7,8, 9	5
3.	Berhipotesis	Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan yang perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh penjelasan dari suatu kejadian	10,11,	2
4.	Mengajukan pertanyaan	Bertanya mengenai peristiwa tumbukan pada beberapa kasus	12, 13, 14	3
5.	Merencanakan percobaan	Menentukan suatu prosedur percobaan koefisien restitusi tumbukan antar benda Menentukan apa yang akan dicatat, diamati dan diukur	15, 16 17, 18	4
6.	Menafsirkan/ interpretasi	Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada suatu keadaan berdasarkan grafik hubungan momentum dan impuls Menyimpulkan sebuah data dari tabel	21, 22 19, 20,	4
7.	Mengelompok- kan/ klasifikasi	Mencari dasar pengelompokan beberapa alat dan bahan berdasarkan prinsip momentum dan impuls Mencari persamaan antara proses tumbukan dan prinsipnya Mengontraskan ciri ciri momentum	23, 24 25	3
8.	Mengomunikasi- kan	Mengubah bentuk penyajian tabel data hasil uji coba momentum ke dalam bentuk grafik Membaca grafik, tabel atau diagram	26, 27 28	3
9.	Menerapkan konsep	Mengemukakan konsep momentum dan impuls yang telah dipelajari dalam kehidupan sehari-hari	29, 30, 31	3
10.	Menggunakan alat dan bahan	Mengetahui alasan penggunaan alat/bahan pada suatu percobaan hukum kekekalan momentum dan koefisien restitusi Mengetahui bagaimana menggunakan alat dan bahan pada percobaan tumbukan	32, 33 34, 35	4

Berdasarkan interpretasi tabel menunjukkan bahwa setiap pengukuran beberapa aspek memiliki jumlah pertanyaan dengan jumlah bobot soal berbeda.

Tahap *Developing*

Setelah tahap mengumpulkan referensi dan merancang instrumen, selanjutnya dilakukan pembuatan soal keterampilan proses sains berbentuk pilihan ganda seperti pada Gambar 1 di bawah ini.

Tiga buah mobil A, B dan C bergerak dengan kecepatan awal 5 m/s dalam selang waktu konstan. Tiga mobil tersebut kemudian diperlambat dan menghasilkan grafik perubahan kecepatan terhadap waktu seperti diilustrasikan pada gambar berikut:



Berdasarkan ketiga grafik tersebut, mobil manakah yang mengalami perubahan kecepatan paling besar?

- Mobil A
- Mobil B
- Mobil C
- Mobil A dan B
- Mobil B dan C

Gambar 1. Instrumen KPS

Pada Gambar 1, ditunjukkan rancangan soal keterampilan proses sains pada aspek mengamati/observasi. Pada pertanyaan tersebut siswa dituntut untuk menggunakan sebanyak mungkin indera dalam mengamati objek grafik. Siswa yang memiliki keterampilan proses sains akan menjawab opsi A dikarenakan momentum berbanding lurus dengan kecepatan momentumnya.

Analisis ini bertujuan untuk mengukur kualitas instrumen. Reliabilitas melalui *software WINSTEP Rasch* yang ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil menunjukkan *pearson reliability* 0.65 dan 0.68, *item reliability* 0.81 dan 0.82. Nilai *pearson reliability* menunjukkan konsistensi jawaban siswa masuk dalam kategori "Lemah" dan *item reliability* menunjukkan reliabilitas instrumen termasuk dalam kategori "Baik". Hubungan reliabilitas antara reliabilitas orang dan reliabilitas item dijelaskan oleh *Cronbach alpha* (KR-20). *Cronbach alpha* (KR-20) memiliki nilai 0,69 yang menunjukkan kategori "Cukup". Hasil reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen keterampilan proses

sains dapat digunakan seperti Gambar 2 berikut.

SUMMARY OF 30 MEASURED Person									
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD	
MEAN	12.1	35.0	.87	.41	1.00	-.09	1.06	.02	
SEM	.8	.0	.14	.01	.04	.20	.09	.20	
P.SD	4.5	.0	.73	.04	.20	1.07	.48	1.07	
S.SD	4.5	.0	.75	.04	.21	1.09	.49	1.09	
MAX.	24.0	35.0	.96	.56	1.58	3.14	2.53	3.70	
MIN.	4.0	35.0	-2.49	.38	.76	-1.73	.60	-1.40	
REAL RMSE	.43	TRUE SD	.59	SEPARATION	1.36	Person RELIABILITY	.65		
MODEL RMSE	.42	TRUE SD	.60	SEPARATION	1.45	Person RELIABILITY	.68		
S.E. OF Person MEAN = .14									
Person RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .99 (approximate due to missing data)									
CRONBACH ALPHA (KR-20) Person RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .69 SEM = 2.49 (app)									
STANDARDIZED (50 ITEM) RELIABILITY = .75									
SUMMARY OF 35 MEASURED Item									
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD	
MEAN	10.4	30.0	.00	.48	1.00	.00	1.06	.09	
SEM	1.0	.0	.20	.03	.02	.11	.08	.14	
P.SD	5.8	.0	1.17	.15	.11	.63	.45	.84	
S.SD	5.9	.0	1.19	.16	.11	.64	.46	.85	
MAX.	23.0	30.0	2.75	1.03	1.18	.82	3.42	2.58	
MIN.	1.0	30.0	-2.19	.39	.79	-1.43	.69	-1.42	
REAL RMSE	.51	TRUE SD	1.06	SEPARATION	2.06	Item RELIABILITY	.81		
MODEL RMSE	.50	TRUE SD	1.06	SEPARATION	2.11	Item RELIABILITY	.82		
S.E. OF Item MEAN = .20									
Item RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = -.97 (approximate due to missing data)									
Global statistics: please see Table 44.									
UMEAN=.0000 USCALE=1.0000									

Gambar 2. Reliabilitas Instrumen KPS

Validitas instrumen dengan menggunakan *software WINSTEP Rasch* ditunjukkan pada Gambar 3. Batas minimum validitas instrumen adalah 20%. Pada validitas instrumen keterampilan proses sains nilai pengukuran *raw variance* adalah sebesar 25,5%. Nilai validitas instrumen lebih dari 20% termasuk dalam kategori terpenuhi (Sumintono, 2018), hal ini dapat disimpulkan bahwa instrumen keterampilan proses sains dapat dikatakan sebagai instrumen yang valid.

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance in Eigenvalue units = Item information units			
	Eigenvalue	Observed	Expected
Total raw variance in observations	46.9613	100.0%	100.0%
Raw variance explained by measures	11.9613	25.5%	24.6%
Raw variance explained by persons	4.1471	8.8%	8.5%
Raw Variance explained by items	7.8142	16.6%	16.1%
Raw unexplained variance (total)	35.0000	74.5%	75.4%
Unexplained variance in 1st contrast	4.9578	10.6%	14.2%
Unexplained variance in 2nd contrast	3.4559	7.4%	9.9%
Unexplained variance in 3rd contrast	3.2247	6.9%	9.2%
Unexplained variance in 4th contrast	3.0762	6.6%	8.8%
Unexplained variance in 5th contrast	2.3860	5.1%	6.8%

STANDARDIZED RESIDUAL VARIANCE SCREE PLOT
VARIANCE COMPONENT SCREE PLOT

Gambar 3. Validitas Instrumen KPS Tahap *Disseminating*

Analisis tingkat kesesuaian butir soal (Item fit) ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil analisis menggunakan *software WINSTEP Rasch*. *Item fit* menjelaskan apakah instrumen berfungsi dengan baik

atau tidak dalam pengukuran. Kriteria MNSQ yaitu $0,5 < \text{MNSQ} < 1,5$; ZSTD yaitu $-2,0 < \text{ZSTD} < +2,0$ dan PT Measure Corr yaitu $0,4 < \text{PT Measure Corr} < 0,85$ dengan kriteria sangat sesuai, sesuai, kurang sesuai dan tidak sesuai (Sumintono, 2018). Berdasarkan tabel 2 item soal memenuhi tiga kriteria dengan interpretasi sangat sesuai, 22 item

memenuhi dua kriteria sesuai, 1 item soal pada no 3 hanya memenuhi satu kriteria dan dinyatakan kurang sesuai sehingga soal dapat digunakan tanpa diganti akan tetapi diperlukan revisi item dari segi deskriptor atau opsinya dan 1 soal pada no 21 tidak memenuhi keseluruhan kriteria sehingga soal tidak dapat digunakan.

Tabel 2. Hasil Analisis *Item Fit*

No Soal	Nilai Outfit		PT Measure Corr	Kriteria Nilai	Interpretasi
	MNSQ	ZSTD			
1	1,18	1,04	0,27	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
2	0,74	0,90	0,51	Tiga kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
3	1,71	1,29	0,00	Satu dari tiga kriteria terpenuhi	Kurang sesuai
4	1,03	0,27	0,26	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
5	0,80	-0,33	0,43	Tiga kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
6	1,16	0,56	0,10	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
7	1,04	0,30	0,24	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
8	0,80	-0,79	0,52	Tiga kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
9	0,93	-0,24	0,34	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
10	1,13	0,77	0,19	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
11	0,82	-0,78	0,44	Tiga kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
12	0,79	-0,70	0,48	Tiga kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
13	1,37	1,13	0,01	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
14	1,12	0,46	0,22	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
15	0,93	-0,33	0,36	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
16	0,74	-0,90	0,51	Tiga kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
17	1,21	0,79	0,19	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
18	1,13	0,84	0,19	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
19	0,81	-1,32	0,53	Tiga kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
20	0,69	-1,04	0,57	Tiga kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
21	3,42	2,58	-0,17	Tiga kriteria tidak terpenuhi	Tidak sesuai
22	1,14	0,43	0,07	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
23	1,00	0,08	0,28	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
24	0,77	-1,27	0,57	Tiga kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
25	1,06	0,46	0,05	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
26	0,80	0,24	0,12	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai

No Soal	Nilai Outfit		PT Measure Corr	Kriteria Nilai	Interpretasi
	MNSQ	ZSTD			
27	1,22	0,67	0,04	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
28	1,00	0,07	0,31	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
29	1,04	0,23	0,22	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
30	1,03	0,25	0,22	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
31	0,95	-0,13	1,34	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
32	0,90	-0,47	0,41	Tiga kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
33	0,82	0,05	0,17	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai
34	0,85	-0,39	0,42	Tiga Kriteria terpenuhi	Sangat sesuai
35	1,14	0,84	0,24	Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai

Hasil penelitian menunjukkan 33 soal pilihan ganda layak digunakan untuk digunakan dalam penilaian keterampilan proses sains dan 2 soal lainnya berada pada kategori tidak dan kurang sesuai. Sejalan dengan hasil beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa keterampilan proses sains tidak hanya dilatihkan dengan menggunakan berbagai praktikum, tetapi dapat di eksplorasi dengan berbagai latihan menggunakan instrumen (Jalil dkk, 2018; Madsen & Rump, 2012; Özgelen, 2012).

Hal ini selaras dengan penelitian Mahmudah dkk (2019) yang menyatakan bahwa pentingnya melatih keterampilan proses sains karena sebagai keterampilan dasar dalam perkembangan sains abad 21 yang menunjukkan bahwa siswa SMA di Kota Bandung 76% memiliki keterampilan proses sains yang rendah pada materi suhu dan kalor sehingga perlu adanya instrumen atau tindakan kelas yang mampu meningkatkan hal keterampilan tersebut. Mengingat pentingnya keterampilan proses sains untuk dilatihkan kepada siswa melalui berbagai metode pembelajaran, maka diperlukan langkah pembelajaran yang efektif dan melibatkan siswa secara

aktif untuk dapat melakukan dan mengimplementasikan kegiatan kelas seperti para ilmuwan melakukan kegiatan ilmiah. (Mahmudah dkk., 2022; Rizal, 2019).

SIMPULAN

Instrumen keterampilan proses sains pilihan ganda merupakan instrumen yang valid dan reliabel untuk melatih keterampilan proses sains kepada peserta didik tentang topik momentum dan impuls. Hasil tersebut berdasarkan hasil tes instrumen sebanyak 35 soal yang diujikan kepada siswa dengan 10 indikator keterampilan proses sains. Dari 35 soal yang diujikan hanya 33 soal yang memenuhi kriteria sesuai dan sangat sesuai sehingga layak digunakan untuk penelitian selanjutnya. Manfaat penelitian yaitu untuk memberikan informasi dan pengetahuan tentang instrumen pilihan ganda yang dapat melatih keterampilan proses sains.

REFERENSI

Aminudin, A. H., Adimayuda, R., Kaniawati, I., Suhendi, E., Samsudin, A., & Coştu, B. (2019). *Rasch analysis of Multitier Open-ended Light-Wave*

- Instrumen (MOLWI): Developing and assessing second-years sundanese-scholars alternative conceptions. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(3), 557–579. <https://doi.org/10.17478/jegys.574524>
- Chan, S. W., Ismail, Z., & Sumintono, B. (2014). A Rasch Model Analysis on Secondary Students' Statistical Reasoning Ability in Descriptive Statistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 129, 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.658>
- Jalil, S., Herman, Sidin Ali, M., & Haris, A. (2018). Development and validation of science process skills instrumen in physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1028(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1028/1/012203>
- Kurniawati, A. (2021). Science Process Skills and Its Implementation in the Process of Science Learning Evaluation in Schools. *Journal of Science Education Research*, 5(2), 16–20. <https://doi.org/10.21831/jser.v5i2.44269>
- Madsen, L. M., & Rump, C. (2012). Considerations of how to study learning processes when students use GIS as an instrumen for developing spatial thinking skills. *Journal of Geography in Higher Education*, 36(1), 97–116. <https://doi.org/10.1080/03098265.2011.576336>
- Mahmudah, I. R., Makiyah, Y. S., & Sulistyaningsih, D. (2019). Profil Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa SMA di Kota Bandung. *Jurnal Diffraction*, 1(1), 39–43.
- Mahmudah, I. R., Maulidah, R., & Sulistyaningsih, D. (2022). Profil Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Calon Guru Fisika: Analisis Projek Pengamatan Sunspot dalam Pembelajaran IPBA. *Diffraction*, 3(2), 49–55. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v3i2.4476>
- Osman, K., Tuan Soh, T. M., & Arsad, N. M. (2010). Development and validation of the Malaysian 21st century skills instrumen (M-21CSI) for science students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 9, 599–603. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.204>
- Özgelten, S. (2012). Students' science process skills within a cognitive domain framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 283–292. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.846a>
- Ramadani, M., Supahar, S., & Rosana, D. (2017). Validity of evaluation instrumen on the implementation of performance assessment to measure science process skills. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 3(2), 180. <https://doi.org/10.21831/jipi.v3i2.15534>
- Rizal, R. (2019). Implementasi Discovery Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Dasar Proses Sains Siswa Sma. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v4i1.3618>
- Rustaman, N. (2007). Asesmen Pendidikan IPA. *Diklat NTT04*, 1–7.
- Samsudin, A., Fratiwi, N. J., Ramalis, T. R., Aminudin, A. H., Costu, B., & Nurtanto, M. (2020). Using Rasch analysis to develop multi-representation of tier instrumen on newton's law (motion). *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, May. <https://doi.org/10.37200/IJPR/V24I6/P R260865>
- Sumintono, B. (2018). Rasch Model Measurements as Tools in Assesment for Learning. 173(Icei 2017), 38–42. <https://doi.org/10.2991/icei-17.2018.11>
- Suryana, T. G. S., Setyadin, A. H., Samsudin, A., & Kaniawati, I. (2020). Assessing Multidimensional Energy Literacy of High School Students: An Analysis of Rasch Model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467(1), 0–

10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012034>
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.253>
- Wibowo, F. C., Suhandi, A., Rusdiana, D., Ruhiat, Y., Darman, D. R., & Samsudin, A. (2017). Effectiveness of microscopic virtual simulation (MVS) for conceptualizing students' conceptions on phase transitions. *Advanced Science Letters*, 23(2), 839–843. <https://doi.org/10.1166/asl.2017.7542>
- Yamtinah, S., Masykuri, M., Ashadi, M., & Shidiq, A. (2017). *An Analysis of Students' Science Process Skills in Hydrolysis Subject Matter Using Testlet Instrumen. 158(Ictte)*, 101–110. <https://doi.org/10.2991/ictte-17.2017.36>
- Yunita, Y., Nana, N., & Susanti, E. (2022). Profile of Science Process Skills of Taraju 1 Public High School Students through Two Stay-Two Stray (Ts-Ts) Learning by Making Mind Mapping on Newton ' s Law Material. *International Journal of Advanced Physics Education*, 3(2), 1–5. <https://amespress.com/index.php/ijape/article/view/858>