

Penerapan Model *Problem Based Learning*: Analisis Tingkat Kemampuan Kognitif Individual Siswa Menggunakan Pendekatan Rasch Model

Dewi Maulidah Nur Anjani¹, Moh. Irma Sukarelawan²

¹Prodi Magister Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

²Prodi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

Email: dewimaulidahna@gmail.com; irma.sukarelawan@pfis.uad.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords:

Rasch Model;
Wright Map;
Person Measure;

Article history:

Received 2024-04-12

Revised 2024-05-21

Accepted 2023-06-05

ABSTRACT

Analyzing students' individual cognitive ability levels has significant urgency in the context of modern education. Therefore, this study aims to analyse students' cognitive abilities using Rasch modelling. This research is a one-shot case study model on 23 students of class XI MIPA who took Thermodynamics material. Students' cognitive abilities were measured using 10 multiple choice questions after going through the problem-based learning (PBL) process. Students' cognitive ability data were analysed using Rasch modelling approach with a combination of Logit Value of Person (LVP) and Wright map techniques. Cognitive ability was assessed based on gender demographics. The results showed that female students tend to have higher cognitive abilities than male students in the context of thermodynamic problem solving. The implication of this research show that the application of the problem-based Learning (PBL) model can increase the effectiveness of physics learning and facilitate the development of students' critical thinking and analytical skills more optimally.

This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Moh. Irma Sukarelawan

Prodi Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan; irma.sukarelawan@pfis.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah elemen penting dalam pembentukan individu yang berpengetahuan dan berkompeten (Sharma & Ankit, 2023; Shavkidinova et al., 2023). Dalam konteks ini, pembelajaran sains, khususnya fisika, memiliki peran sentral dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan analitis siswa (Hidayatullah et al., 2021; Wenno et al., 2022).

Namun, kenyataannya menunjukkan bahwa banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep fisika (Bouchée et al., 2022; Rosa & Widiawati, 2022). Hal ini sering disebabkan oleh metode pembelajaran tradisional yang cenderung berfokus pada hafalan dan kurang melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran.

Model pembelajaran berbasis masalah (Problem Based Learning/PBL) muncul sebagai alternatif yang potensial untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa (Compton et al., 2020; Loyens et al., 2015). PBL dirancang untuk melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran, dengan guru bertindak sebagai fasilitator untuk membimbing siswa mencapai tujuan pembelajaran (Kusumatuty et al., 2018). PBL mendorong siswa untuk belajar melalui pemecahan masalah nyata, yang tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep tetapi juga keterampilan berpikir kritis dan kemampuan kognitif secara keseluruhan (Supriyadi & Ma rifah, 2022; Tursynkulova et al., 2023). PBL adalah pendekatan pedagogi yang berpusat pada masalah otentik dan dunia nyata untuk memfasilitasi pemikiran kritis (Thorndahl & Stentoft, 2020), keterampilan pemecahan masalah (Monsang et al., 2021), dan perolehan pengetahuan di kalangan siswa (Hernández-Ramos et al., 2021). Namun, penerapan PBL dalam pembelajaran fisika masih memerlukan analisis lebih mendalam untuk memastikan efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan kognitif individu siswa.

Analisis tingkat kemampuan kognitif individual siswa memiliki urgensi yang signifikan dalam konteks pendidikan modern, terutama dalam mata pelajaran kompleks seperti fisika. Pemahaman mendalam mengenai kemampuan kognitif tiap siswa memungkinkan pendidik untuk mengidentifikasi kesenjangan pemahaman dan merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif dan disesuaikan dengan kebutuhan individu (Ruffing et al., 2015; Shi & Qu, 2021). Dengan analisis ini, pendidik dapat memberikan intervensi yang lebih tepat waktu dan berbasis data, memastikan setiap siswa dapat mengatasi hambatan belajar dan mencapai potensi maksimalnya (Sukarelawan, Indratno, & Ayu, 2024). Selain itu, pemetaan kemampuan kognitif secara individual juga mendukung pengembangan kurikulum yang adaptif dan dinamis, yang tidak hanya fokus pada pencapaian akademik tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dan analitis, yang sangat penting dalam mempersiapkan siswa menghadapi tantangan masa depan.

Model Rasch, sebuah pendekatan pengukuran psikometri (Jumadi et al., 2023; Sukarelawan, Jumadi, Kuswanto, Soeharto, et al., 2021), telah menjadi terkenal di berbagai bidang karena kemampuannya memberikan estimasi yang andal dan valid baik terhadap individu maupun item, terlepas dari distribusi sampel (Bonsaksen et al., 2013). Pemodelan rasch efektif digunakan untuk menganalisis kemampuan kognitif siswa, seperti pada penilaian materi fluida statis (Sukarelawan, Sriyanto, et al., 2024), dan materi suhu dan kalor (Sukarelawan, Indratno, Widodo, et al., 2024). Selain itu, pengukuran Rasch telah berperan penting dalam mengembangkan instrumen untuk menilai pemahaman konseptual siswa dalam mata pelajaran seperti materi dan kimia (Park et al., 2017; Wei et al., 2012).

Pendekatan Rasch Model menawarkan metode yang robust untuk menganalisis data kognitif dan kemampuan individu secara lebih akurat. Dengan menggunakan pendekatan ini, peneliti dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai tingkat pemahaman dan keterampilan kognitif siswa dalam konteks penerapan PBL. Rasch Model memungkinkan penilaian yang lebih objektif dan valid, serta dapat membantu mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan atau pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan kognitif siswa menggunakan pemodelan Rasch.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pra-eksperimental dengan model *one-shot case study* atau *posttest only design*. Jenis penelitian ini digunakan untuk memperoleh gambaran tentang efek penerapan *Problem Based Learning* (PBL). Penggunaan *posttest only design* meminimalisir risiko kontaminasi dari pretest sehingga memberikan gambaran yang lebih murni tentang efek penerapan PBL.

Pengumpulan data hasil belajar siswa dilakukan setelah siswa menyelesaikan pembelajaran materi termodinamika. Proses pembelajaran berlangsung selama dua kali pertemuan. Pengambilan data kemampuan kognitif siswa berlangsung selama 45 menit. Sebanyak 23 siswa kelas XI MIPA SMAN 1 Krangkeng (16 perempuan dan 7 laki-laki) dilibatkan sebagai responden dalam penelitian ini, yang berasal dari satu kelas yang diajar oleh peneliti. Instrumen tes yang digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif siswa berupa pilihan ganda, dengan sepuluh soal yang dikembangkan pada materi termodinamika.

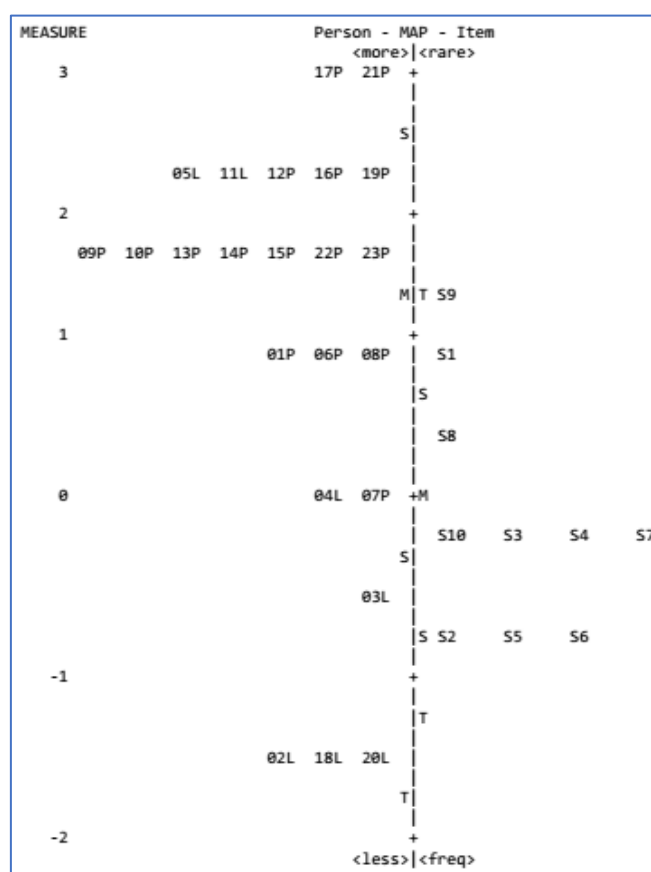
Data kemampuan kognitif siswa dianalisis menggunakan pendekatan pemodelan Rasch, yang memungkinkan untuk mendapatkan gambaran kemampuan kognitif siswa hingga tingkat individu. Analisis pemodelan Rasch dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Ministep 5.6.4.0*. Kombinasi *Logit Value of Person* (LVP) dan *Wright map* digunakan untuk mendapatkan gambaran kemampuan kognitif siswa. Pengelompokan kemampuan kognitif siswa mengacu pada Tabel 1 (Sukarelawan, Jumadi, Kuswanto, Nurjannah, et al., 2021).

Tabel 1. Pengelompokan tingkat kemampuan kognitif siswa

Rentang nilai logit	Kategori
$LVP \geq M+SD$	Sangat Tinggi
$M \leq LVP \leq M+SD$	Tinggi
$M-SD \leq LVP \leq M$	Cukup
$LVP \leq M-SD$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi kemampuan kognitif siswa ditampilkan menggunakan *Wright map*. Gambar 1 menunjukkan sebaran kemampuan kognitif siswa yang dihubungkan dengan tingkat kesulitan soal. Siswa dengan kemampuan kognitif tinggi ditempatkan pada bagian kiri-atas sedangkan siswa dengan kemampuan rendah ditempatkan pada bagian kiri-bawah peta. Pada saat yang bersamaan, bagian kanan peta menggambarkan distribusi tingkat kesulitan soal. Soal dengan tingkat kesulitan yang tinggi akan ditempatkan pada bagian kanan-atas dan soal dengan tingkat kesulitan yang lebih rendah akan ditempatkan pada bagian kanan-bawah. Keadaan ini memungkinkan untuk dilakukan komparasi antara tingkat kemampuan kognitif siswa dengan tingkat kesulitan soal secara bersamaan karena kemampuan kognitif dan tingkat kesulitan soal telah dikalibrasi dalam skala logit yang sama. Simbol S dalam peta menunjukkan rentang 1 standar deviasi (SD), simbol T menunjukkan 2 kali standar deviasi (2SD). Sedangkan M menunjukkan logit rata-rata.



Gambar 1. *Wright Map* gambaran kemampuan kognitif siswa

Berdasarkan Gambar 1, soal paling sulit dimiliki oleh S9 karena memiliki lokasi paling tinggi. Sedangkan soal paling mudah dimiliki oleh S2, S5, dan S6 karena memiliki lokasi paling rendah. Secara keseluruhan, 2 soal berada pada kategori sangat sulit (S2 dan S9), 1 soal

pada kategori moderat (S8), 4 soal pada kategori mudah (S10, S3, S4, dan S7), dan 3 soal kategori sangat mudah (S2, S5, dan S6).

Berdasarkan Gambar 1, terdapat 14 orang siswa yang memiliki kemampuan kognitif di atas rata-rata pada materi termodinamika. Mereka berpeluang lebih dari 50% menguasai seluruh soal yang diberikan. Tiga orang siswa berpeluang kurang dari 50% menguasai soal nomor 9 (S9). Hal ini dapat dilihat berdasarkan perbandingan letak lokasi siswa terhadap lokasi soal S9. Pada tingkat kemampuan rendah, terdapat 3 siswa yang berpeluang kurang dari 50% menguasai seluruh soal.

Selain menggunakan wright map, pengelompokkan kemampuan kognitif siswa dapat diketahui dengan menggunakan *person measure*. *Person measure* digunakan untuk mengukur kemampuan siswa dengan melihat measure (satuan skala logit). Nilai logit kemampuan kognitif siswa ditampilkan dalam Gambar 2.

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	JMLE MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ ZSTD	OUTFIT MNSQ ZSTD	PTMEASUR-AL CORR. EXP.	EXACT MATCH OBS% EXP%	Person
17	10	10	3.63	1.85	MAXIMUM MEASURE		.00 .00	100.0 100.0	17P
21	10	10	3.63	1.85	MAXIMUM MEASURE		.00 .00	100.0 100.0	21P
5	9	10	2.33	1.07	.86 .09	.51 -.27	.52 .20	90.0 89.9	05L
11	9	10	2.33	1.07	1.19 .49	1.89 1.05	-.31 .20	90.0 89.9	11L
12	9	10	2.33	1.07	.86 .09	.51 -.27	.52 .20	90.0 89.9	12P
16	9	10	2.33	1.07	.86 .09	.51 -.27	.52 .20	90.0 89.9	16P
19	9	10	2.33	1.07	.86 .09	.51 -.27	.52 .20	90.0 89.9	19P
9	8	10	1.48	.82	.90 -.05	.86 -.06	.41 .26	80.0 79.9	09P
10	8	10	1.48	.82	.90 -.05	.86 -.06	.41 .26	80.0 79.9	10P
13	8	10	1.48	.82	.78 -.35	.61 -.61	.66 .26	80.0 79.9	13P
14	8	10	1.48	.82	1.31 .76	1.54 1.00	-.32 .26	80.0 79.9	14P
15	8	10	1.48	.82	.90 -.05	.86 -.06	.41 .26	80.0 79.9	15P
22	8	10	1.48	.82	1.26 .66	1.32 .69	-.18 .26	80.0 79.9	22P
23	8	10	1.48	.82	.86 -.16	.66 -.48	.56 .26	80.0 79.9	23P
1	7	10	.90	.72	1.06 .30	1.11 .42	.15 .28	70.0 71.3	01P
6	7	10	.90	.72	.87 -.31	.82 -.41	.50 .28	70.0 71.3	06P
8	7	10	.90	.72	.87 -.31	.82 -.41	.50 .28	70.0 71.3	08P
4	5	10	-.01	.66	1.35 1.92	1.39 1.90	-.32 .27	40.0 61.6	04L
7	5	10	-.01	.66	1.04 .30	1.05 .30	.20 .27	60.0 61.6	07P
3	4	10	-.45	.67	1.04 .30	1.00 .08	.20 .25	50.0 61.4	03L
2	2	10	-1.48	.80	1.14 .44	1.87 1.36	-.26 .19	80.0 79.9	02L
18	2	10	-1.48	.80	.94 .02	.81 -.15	.32 .19	80.0 79.9	18L
20	2	10	-1.48	.80	.94 .02	.81 -.15	.32 .19	80.0 79.9	20L
MEAN	7.0	10.0	1.18	.93	.99 .21	.97 .16		76.7 78.4	
P. SD	2.4	.0	1.42	.31	.16 .48	.41 .66		12.8 9.0	

Gambar 2. *Person Measure*

Berdasarkan Gambar 2, rata-rata (Mean) sebesar 1,18 dan nilai standar deviasi (SD) sebesar 1,42. Kedua nilai ini digunakan untuk menentukan pengelompokkan kemampuan kognitif siswa. Siswa dengan kemampuan kognitif Sangat Tinggi jika memiliki nilai logit (LVP) $\geq 2,6$. Siswa dengan kemampuan Tinggi jika nilai $1,18 \leq LVP \leq 2,6$. Siswa yang memiliki kemampuan cukup jika nilai $-0,24 \leq LVP \leq 1,18$. Siswa dengan kemampuan rendah jika nilai $LVP \leq -0,24$. Berdasarkan rentang nilai logit siswa (LVP), tingkat kemampuan kognitif siswa dapat dikelompokkan berdasarkan demografinya dan ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat kemampuan kognitif siswa berdasarkan demografi

Demografi (Jumlah)	Tingkat kemampuan kognitif siswa			
	Rendah	Cukup	Tinggi	Sangat Tinggi
Jenis kelamin				
Laki-laki (7)	57%	14%	29%	0%
Perempuan (16)	0%	24%	63%	13%

Berdasarkan demografi gender, kemampuan kognitif siswa perempuan dalam materi termodinamika pada kategori tinggi dan sangat tinggi lebih banyak dibandingkan siswa laki-laki. Persentase siswa laki-laki yang memiliki kemampuan kognitif pada kategori rendah sebesar 57%, kategori cukup sebesar 14%, kategori tinggi 29% dan 0% pada kategori sangat tinggi. Sedangkan pada siswa perempuan, kemampuan kognitif pada kategori rendah sebesar 0%, kategori cukup sebesar 24%, kategori tinggi sebesar 63% dan 13% pada kategori sangat tinggi.

Kemampuan kognitif merupakan aspek yang kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Secara umum, perbedaan dalam kemampuan kognitif antara perempuan dan laki-laki tidak dapat disederhanakan menjadi pernyataan bahwa satu kelompok memiliki kemampuan kognitif yang lebih tinggi daripada yang lain. Namun, penelitian telah mengidentifikasi beberapa area di mana perbedaan gender dalam kinerja kognitif dapat diamati, meskipun ini sering kali bersifat relatif dan tidak mutlak (Weiss et al., 2003).

Dalam konteks pemecahan masalah pada materi termodinamika, perempuan menunjukkan kemampuan kognitif yang lebih tinggi dibandingkan laki-laki. Perempuan cenderung menggunakan pendekatan yang lebih sistematis dan teliti dalam belajar dan memecahkan masalah. Pendekatan ini membantu mereka dalam memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep yang detail dan saling berkaitan secara lebih efektif dalam termodinamika. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian yang dilakukan oleh Beede et al. (2011). Studi yang dilakukan oleh Beede et al. (2011) menunjukkan bahwa wanita dalam STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) cenderung memiliki pendekatan yang lebih sistematis dan teliti dalam memecahkan masalah. Pada aspek yang lain, perempuan sering kali mengadopsi strategi belajar yang efektif, seperti membuat catatan terperinci, meringkas informasi, dan merefleksikan materi yang dipelajari. (Jimmy et al., 2021; Sanjaya, 2021).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model Problem Based Learning (PBL) dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi termodinamika, efektif dalam meningkatkan kemampuan kognitif siswa, dengan pendekatan Rasch Model yang

memberikan analisis mendalam tentang kemampuan individual siswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa perempuan cenderung memiliki kemampuan kognitif yang lebih tinggi dibandingkan siswa laki-laki dalam konteks pemecahan masalah termodinamika. Hal ini dikaitkan dengan pendekatan belajar yang lebih sistematis dan teliti yang diadopsi oleh perempuan. Penelitian ini memberikan bukti kuat bahwa PBL, yang dirancang untuk meningkatkan keterlibatan aktif dan pemikiran kritis, dapat secara signifikan mendukung pengembangan kemampuan kognitif siswa dalam pembelajaran fisika.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, termasuk ukuran sampel yang relatif kecil dan terbatas pada satu kelas di satu sekolah, yang mungkin tidak mewakili populasi siswa secara lebih luas. Selain itu, penelitian ini hanya berfokus pada satu materi pelajaran fisika, yaitu termodinamika, sehingga hasilnya mungkin tidak dapat digeneralisasikan ke materi lainnya. Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih besar dan lebih beragam serta mencakup berbagai materi pelajaran fisika lainnya. Selain itu, penelitian lebih lanjut dapat mengkaji peran faktor-faktor lain seperti latar belakang sosio-ekonomi, gaya belajar individu, dan dukungan lingkungan belajar dalam mempengaruhi kemampuan kognitif siswa. Pendekatan longitudinal juga dianjurkan untuk mengamati perkembangan kemampuan kognitif siswa dari waktu ke waktu dan efek jangka panjang dari penerapan PBL.

REFERENCES

- Amin, A. M., Suhandi, A., & Efendi, R. (2023). Development of Questionnaire to Evaluate Students' Perception about Real and Virtual Refutational Laboratory: A Rasch Measurement Approach. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(1), 59–72. <https://doi.org/10.26618/jpf.v11i1.9228>
- Azura, A., Samsudin, A., & Utari, S. (2020). Analisis Peta Wright Keterampilan Berpikir Level LOTs dan HOTs Siswa Kelas XI pada Materi Miopi. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 5(1), 76–83. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v5i1.23447>
- Beede, D. N., Julian, T. A., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., & Doms, M. E. (2011). Women in STEM: A Gender Gap to Innovation. *SSRN Electronic Journal*, August, 04–11. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1964782>
- Bohori, M., & Liliawati, W. (2019). Analisis penguasaan konsep siswa menggunakan Rasch Model pada materi usaha dan energi. *Prosiding Seminar Nasional Fisika 5.0*, 0, 138–143.
- Bonsaksen, T., Kottorp, A., Gay, C., Fagermoen, M. S., & Lerdal, A. (2013). Rasch analysis of the General Self-Efficacy Scale in a sample of persons with morbid obesity. *Health and Quality of Life Outcomes*, 11(1), 202. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-11-202>
- Bouchée, T., de Putter - Smits, L., Thurlings, M., & Pepin, B. (2022). Towards a better understanding of conceptual difficulties in introductory quantum physics courses. *Studies in Science Education*, 58(2), 183–202. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1963579>

- Compton, R. M., Owilli, A. O., Norlin, E. E., & Hubbard Murdoch, N. L. (2020). Does problem-based learning in Nursing Education Empower Learning? *Nurse Education in Practice*, 44, 102752. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2020.102752>
- Hernández-Ramos, J., Perna, J., Cáceres-Jensen, L., & Rodríguez-Becerra, J. (2021). The Effects of Using Socio-Scientific Issues and Technology in Problem-Based Learning: A Systematic Review. *Education Sciences*, 11(10), 640. <https://doi.org/10.3390/educsci11100640>
- Hidayatullah, Z., Wilujeng, I., Nurhasanah, N., Gusemanto, T. G., & Makhrus, M. (2021). Synthesis of the 21st Century Skills (4C) Based Physics Education Research In Indonesia. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(1), 88. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i1.1889>
- Jimmy, J., Utama, F., Felix, F., & Laia, A. P. (2021). Aplikasi Pembelajaran Penyortiran Menggunakan Algoritma Super Sort Berbasis Mobile. *Jurnal SIFO Mikroskil*, 22(1), 19–32. <https://doi.org/10.55601/jsm.v22i1.771>
- Jumadi, J., Sukarelawan, M. I., & Kuswanto, H. (2023). An investigation of item bias in the four-tier diagnostic test using Rasch model. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(2), 622. <https://doi.org/10.11591/ijere.v12i2.22845>
- Karoror, I., & Jalmo, T. (2022). Profile of Critical Thinking Ability in Ecosystem Materials using the Rasch Model. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(3), 1599–1604. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i3.1394>
- Kusumatuty, A. J., Baedhowi, B., & Murwaningsih, T. (2018). The Implementation of Problem Based Learning (PBL) Based E-Book to Improve The Learning Outcome of Vocational High School (VHS) Students. *International Journal of Educational Research Review*, 3(4), 103–110. <https://doi.org/10.24331/ijere.454794>
- Loyens, S. M. M., Jones, S. H., Mikkers, J., & van Gog, T. (2015). Problem-based learning as a facilitator of conceptual change. *Learning and Instruction*, 38, 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.03.002>
- Monsang, P., Srikoorn, S., & Wichaino, N. (2021). The effects of problem based learning for enhancing science problem solving skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1835(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012016>
- Park, M., Liu, X., & Waight, N. (2017). Development of the Connected Chemistry as Formative Assessment Pedagogy for High School Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Education*, 94(3), 273–281. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00299>
- Rosa, F. O., & Widiawati, T. (2022). Analysis of the Difficulty of Understanding the Concepts of Vibration and Waves of Students Junior High School. *International Journal of Research and Review*, 9(12), 687–693. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20221279>
- Ruffing, S., Wach, F.-S., Spinath, F. M., Brünken, R., & Karbach, J. (2015). Learning strategies and general cognitive ability as predictors of gender- specific academic achievement. *Frontiers in Psychology*, 6, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01238>
- Sanjaya, W. (2021). Analisis Perubahan Sifat Karakter di Sepanjang Perjalanannya

- Berdasarkan Pola Kejadian dan Plot Segment dalam Film “Green Book.” *Rekam*, 17(1), 77–86. <https://doi.org/10.24821/rekam.v17i1.4433>
- Sharma, M., & Ankit, D. P. (2023). Importance of Education in This Challenging World. *Smart Moves Journal IJELLH*, 11(3), 9–19. <https://doi.org/10.24113/ijellh.v11i3.11408>
- Shavkidinova, D., Suyunova, F., & Kholdarova, J. (2023). Education is an Important Factor in Human and Country Development. *Current Research Journal of Pedagogics*, 04(01), 27–34. <https://doi.org/10.37547/pedagogics-crjp-04-01-04>
- Shi, Y., & Qu, S. (2021). Cognitive Ability and Self-Control’s Influence on High School Students’ Comprehensive Academic Performance. *Frontiers in Psychology*, 12, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.783673>
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). *N-gain vs stacking : analisis perubahan abilitas peserta didik dalam desain one group pretest-posttest*. Suryacahya.
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., Widodo, W., Dwijananti, P., Hikmah, F. N., & Abdullah, N. S. Y. (2024). What do my students need? Deep analysis of student’s individual cognitive ability using person diagnostic map. *Momentum: Physics Education Journal*, 8(2), in Press. <https://doi.org/10.21067/mpej.v8i2.9900>
- Sukarelawan, M. I., Jumadi, J., Kuswanto, H., Soeharto, S., & Hikmah, F. N. (2021). Rasch Analysis to Evaluate the Psychometric Properties of Junior Metacognitive Awareness Inventory in the Indonesian Context. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(4), 486–495. <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i4.27114>
- Sukarelawan, M. I., Jumadi, Kuswanto, H., Nurjannah, T., Hikmah, F. N., & Ramadhan, M. F. (2021). Implementation of Rasch Model for Mapping Students’ Metacognitive Awareness. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 17(2), 86–93. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v17i2.27172>
- Sukarelawan, M. I., Sriyanto, Sa’adah, M., Jupri, J., Hikmah, F. N., & Nursulistiyo, E. (2024). Is It True That My Students Don’t Understand the Static Fluid Concepts? Rasch Modeling Perspective. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 57(1), In press. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPP/article/view/57883>
- Supriyadi, R. A. P., & Ma rifah, D. R. (2022). Literature study: various abilities of high school students obtained from the application of problem-based learning models in the field of natural science. *Journal on Biology and Instruction*, 2(2), 71–76. <https://doi.org/10.26555/joubins.v2i2.6947>
- Thorndahl, K. L., & Stentoft, D. (2020). Thinking Critically About Critical Thinking and Problem-Based Learning in Higher Education: A Scoping Review. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 14(1), 1–20. <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28773>
- Tursynkulova, E., Madiyarov, N., Sultanbek, T., & Duysebayeva, P. (2023). The effect of problem-based learning on cognitive skills in solving geometric construction problems: a case study in Kazakhstan. *Frontiers in Education*, 8, 1–19. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1284305>



- Wei, S., Liu, X., Wang, Z., & Wang, X. (2012). Using Rasch Measurement To Develop a Computer Modeling-Based Instrument To Assess Students' Conceptual Understanding of Matter. *Journal of Chemical Education*, 89(3), 335–345. <https://doi.org/10.1021/ed100852t>
- Weiss, E. M., Kemmler, G., Deisenhammer, E. A., Fleischhacker, W. W., & Delazer, M. (2003). Sex differences in cognitive functions. *Personality and Individual Differences*, 35(4), 863–875. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(02\)00288-X](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(02)00288-X)
- Wenno, I. H., Limba, A., & Silahoy, Y. G. M. (2022). The development of physics learning tools to improve critical thinking skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 11(2), 862. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i2.21621>