

Menjembatani Kesenjangan Kognitif: Integrasi Jurnal Reflektif dan Collaborative Sharing untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah IPA Fisika pada Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar yang Heterogen

Ahmad Abtokhi^{1,2*}, Setyo Admoko²

¹Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Indonesia,

²Universitas Negeri Surabaya Indonesia

* abtokhi@fis.uin-malang.ac.id

Abstract: *Academic heterogeneity among prospective elementary school teachers (PGSD/MI) often precipitates cognitive gaps in physics learning. A critical deficiency regarding Problem Solving Skills (PSS) is the students' inability to transform visual representations of problems into mathematical formulations, despite comprehending the narrative context. This study evaluates the effectiveness of integrating Reflective Journals and Collaborative Sharing to enhance PSS based on Docktor's five indicators (Useful Description, Physics Approach, Specific Application, Mathematical Procedures, and Logical Progression) in the topic of motion dynamics. Involving 18 students from diverse academic backgrounds (natural sciences, social sciences, religious studies, and vocational schools), the intervention utilized independent logic scaffolding and peer procedural validation. Test results indicated a significant improvement, with average scores rising from 1.39 (Very Low) to 3.65 (Good). Specific findings revealed that reflective journals effectively restructured physics logic, while collaborative sharing corrected calculation inaccuracies—a persistent weakness among students from non-science backgrounds. Demonstrating the strategy's efficacy in bridging competency gaps, this study recommends developing a systematic learning model that integrates these two strategies to optimize and sustain students' PSS.*

Key Words: *Cognitive Gap; Reflective Journal; Collaborative Sharing; Problem Solving Skills*

Abstrak: Heterogenitas latar belakang akademik mahasiswa calon guru SD (PGSD/MI) sering memicu kesenjangan kognitif dalam pembelajaran fisika. Masalah utama *Problem Solving Skills* (PSS) yang teridentifikasi adalah ketidakmampuan mentransformasi representasi visual masalah menjadi formulasi matematis, meskipun konteks narasi dipahami. Penelitian ini menguji efektivitas integrasi Jurnal Reflektif dan *Collaborative Sharing* untuk meningkatkan lima indikator PSS menurut Docktor (*Useful Description, Physics Approach, Specific Application, Mathematical Procedures, Logical Progression*) pada materi dinamika gerak. Melibatkan 18 mahasiswa dengan latar belakang beragam (IPA, IPS, Keagamaan, SMK), intervensi dilakukan melalui *scaffolding* logika mandiri dan validasi prosedural sejawat. Hasil tes menunjukkan lonjakan skor signifikan dari rerata 1,39 (Sangat Rendah) menjadi 3,65 (Baik). Temuan spesifik menunjukkan bahwa jurnal reflektif efektif memperbaiki struktur logika fisika, sedangkan kolaborasi berhasil mengoreksi akurasi perhitungan yang menjadi titik lemah mahasiswa non-

eksakta. Strategi ini terbukti efektif menjembatani kesenjangan kompetensi, sehingga direkomendasikan pengembangan model pembelajaran sistematis berbasis integrasi kedua strategi tersebut untuk optimalisasi PSS berkelanjutan.

Kata kunci: Kesenjangan Kognitif; Jurnal Reflektif; *Collaborative Sharing*; *Problem Solving Skills*

PENDAHULUAN

Mahasiswa program studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI) umumnya berasal dari SMA IPA, SMA IPS, Madrasah Aliyah Keagamaan (MAK), maupun SMK Teknik, sehingga membawa basis pengetahuan sains dan pengalaman belajar yang sangat heterogen ke dalam perkuliahan. Keragaman ini berpotensi menimbulkan kesenjangan kognitif, khususnya pada mata kuliah IPA Fisika yang menuntut prasyarat matematis dan penalaran abstrak, sementara banyak mahasiswa non-eksakta memandang fisika sebagai mata kuliah sulit dan penuh rumus sehingga cenderung dipelajari secara hafalan, bukan melalui pemahaman konsep yang bermakna (Makiyah et al., 2021; Sofnidar & Anwar, 2018). Kondisi serupa tampak pada mata kuliah lain yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi, ketika mahasiswa belum terbiasa membaca secara efektif, merefleksikan pemahaman, dan menghubungkan konsep dengan konteks nyata (Ratmiati & Setiawan, 2025; Saputri* et al., 2023).

Problem Solving Skills (PSS) dalam konteks pembelajaran IPA Fisika dipahami sebagai kemampuan terintegrasi untuk memahami situasi masalah, merumuskan representasi konseptual yang tepat, memilih dan menerapkan strategi ilmiah-matematis yang relevan, serta mengevaluasi kembali solusi secara kritis (Akben, 2020; Pals et al., 2023; Wu & Molnár, 2022). PSS tidak hanya mencakup penerapan rumus, tetapi juga keterampilan kognitif dan metakognitif yang memungkinkan mahasiswa menghubungkan fenomena fisika nyata dengan model, diagram, dan ekspresi matematis yang konsisten (Wu & Molnár, 2022; Zhai et al., 2025). Mengacu pada kerangka indikator *problem solving* Docktor & Heller, PSS dioperasionalkan melalui identifikasi dan pemahaman masalah, deskripsi fisika, penerapan prinsip yang spesifik, prosedur matematis yang benar, serta penarikan kesimpulan yang logis (Bahtiar et al., 2022; Karyotaki & Drigas, 2016; Krieger et al., 2022).

Secara empiris, permasalahan utama bukan hanya kelemahan perhitungan, melainkan diskontinuitas kognitif ketika mahasiswa berpindah dari satu bentuk representasi ke bentuk lainnya. Banyak calon guru sekolah dasar mampu mengidentifikasi informasi penting dan memvisualisasikan situasi fisika dalam bentuk gambar atau diagram, tetapi gagal mentransformasikannya ke model matematis dan persamaan simbolik yang tepat sehingga langkah penyelesaian masalah menjadi tidak logis dan tidak tuntas (Farida et al., 2013; Musrikah et al., 2023). Kesenjangan antara representasi konkret-visual, verbal, dan simbolik ini juga ditemukan pada konteks matematika dan sains, di mana dominasi representasi visual tidak selalu diikuti pemahaman konseptual dan prosedural yang memadai (Musrikah et al., 2023; Yusal, 2022).

Untuk mengatasi hambatan tersebut, diperlukan intervensi pedagogis yang merancang rekonstruksi cara berpikir metakognitif dan penguatan interaksi sosial akademik melalui integrasi jurnal reflektif dan *Collaborative Sharing*. *Scaffolding* metakognitif melalui jurnal reflektif terbukti mendorong mahasiswa merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi langkah pemecahan masalah secara lebih strategis, meningkatkan kesadaran metakognitif, kemandirian belajar, dan capaian *problem solving* dalam konteks sains/fisika (Elmi, 2025; Kim & Lim, 2019; Makiaway et al., 2024; Mamatokhunov & Kholmirezayeva, 2025).

Di sisi lain, *Collaborative Sharing* berfungsi sebagai mekanisme validasi sosial dan ruang negosiasi makna yang mendorong co-construction pengetahuan, regulasi belajar bersama, serta penguatan metakognisi kolektif yang esensial bagi pemecahan masalah tingkat tinggi (Kalmar et al., 2022; Khuder & Negretti, 2025; Nungu et al., 2023). Kolaborasi yang terstruktur meningkatkan kehadiran kognitif dan sosial, motivasi sains, serta kinerja akademik, terutama melalui argumentasi berbasis bukti dan klarifikasi konsep (Ansari & Khan, 2020; Järvenoja et al., 2025; Premo et al., 2025). Berangkat dari permasalahan tersebut, penelitian ini menguji efektivitas integrasi jurnal reflektif dan *Collaborative Sharing* dalam meningkatkan PSS mahasiswa PGMI pada materi dinamika gerak, sekaligus menjembatani kesenjangan antara kemampuan visualisasi fenomena fisika dan akurasi simbolik-matematis dalam konteks tuntutan pembelajaran abad ke-21 (Farid et al., 2020; Hasiana et al., 2024; Safitri et al., 2024).

METODE

Penelitian ini menerapkan desain *Pra-Eksperimental* dengan pendekatan *One-Group Pretest-Posttest Design* untuk mengukur efektivitas intervensi secara langsung pada kelompok tunggal. Partisipan penelitian terdiri dari 18 mahasiswa program studi PGMI kelas *International Class Program* (ICP) yang dipilih menggunakan teknik *Purposive Sampling* dengan satu kali perlakuan. Karakteristik partisipan sangat heterogen, meliputi lulusan SMA IPA, SMA IPS, MA Keagamaan (MAK), hingga SMK (Teknik Komputer Jaringan), guna menguji inklusivitas model intervensi.

Instrumen utama yang digunakan adalah *Tes Uraian Pemecahan Masalah Berbasis Konteks* dengan skenario dinamika gerak ("Kasus Perebutan Gerobak Arif vs Bayu") sebagaimana Gambar 1. Jawaban dinilai menggunakan rubrik adaptasi *Minnesota Assessment of Problem Solving* (MAPS) dengan skala 0–5 pada lima indikator: (1) *Useful Description*, (2) *Physics Approach*, (3) *Specific Application*, (4) *Mathematical Procedures*, dan (5) *Logical Progression* (Docktor et al., 2016).

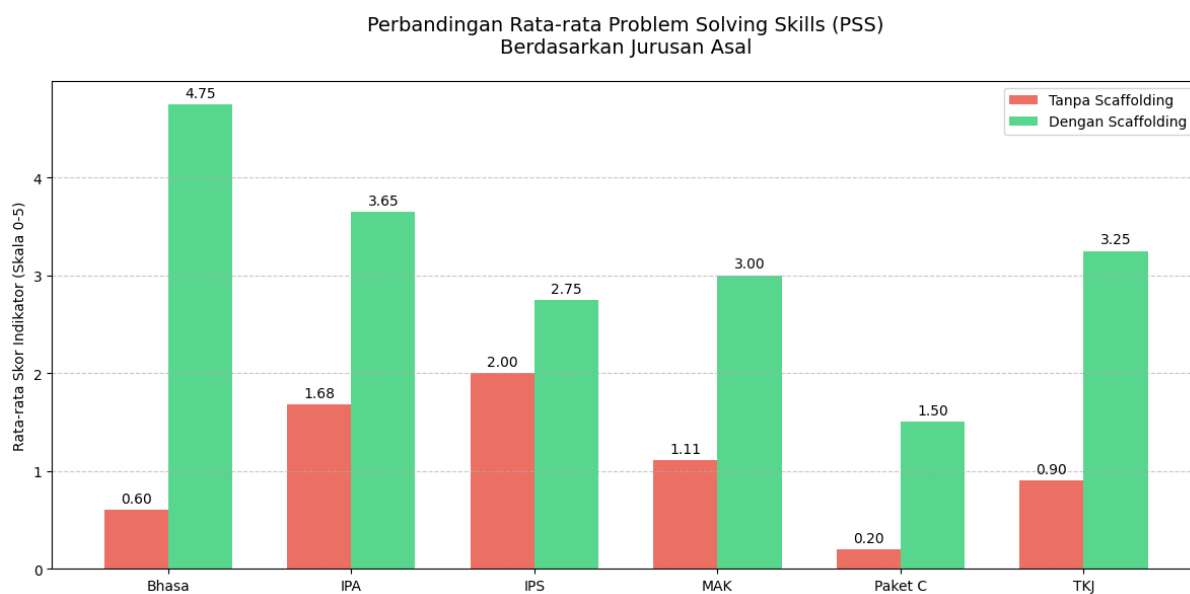
Soal: Saat jam istirahat, terjadi perselisihan kecil antara dua siswa kelas 3 MI Assalam Kota Nusantara, Arif dan Bayu, yang memperebutkan sebuah gerobak mainan berisi buku bacaan dengan massa total 10 kg. • Arif menarik gerobak tersebut ke arah Timur (Kanan) dengan gaya 40 Newton. • Bayu menarik ke arah berlawanan (Barat/Kiri) dengan gaya 10 Newton. • Kondisi halaman sekolah yang berbatu menyebabkan lantai memberikan gaya gesek sebesar 10 Newton pada roda gerobak saat gerobak mulai bergerak. Instruksi: Tentukan ke arah mana gerobak tersebut akhirnya bergerak dan berapa percepatannya? Hati-hatilah dalam menentukan arah panah gaya gesek! Jawaban wajib menyertakan lima komponen analisis: (1) Sketsa vektor gaya, (2) Konsep dasar yang digunakan, (3) Aplikasi rumus pada kasus ini, (4) Hasil perhitungan, serta (5) Evaluasi kesimpulan arah dan percepatan benda."

Gambar 1. Soal dinamika gerak "Kasus Perebutan Gerobak Arif vs Bayu"

Prosedur penelitian dilaksanakan dalam dua tahap utama. Tahap pertama adalah *Diagnosis Baseline*, di mana mahasiswa mengerjakan soal secara mandiri tanpa bantuan untuk memotret kemampuan murni (*latent competence*). Tahap kedua adalah Intervensi *Scaffolding*-Kolaboratif yang terdiri dari dua mekanisme. Intervensi A (Indikator 1-5) melibatkan penggunaan *Reflective Journal* berisi *Scaffolding prompts* untuk memandu penyusunan logika dan prinsip fisika secara mandiri, Misalnya: "*Gambarkan arah gaya gesek, apakah searah atau berlawanan gerak?*". Selanjutnya, Intervensi B (Indikator 4-5) diterapkan pada tahap perhitungan melalui *Collaborative Sharing* sebagai verifikasi sejawat (*peer verification*) guna mengoreksi akurasi hitungan dan menjaga persistensi mahasiswa dalam menuntaskan masalah.

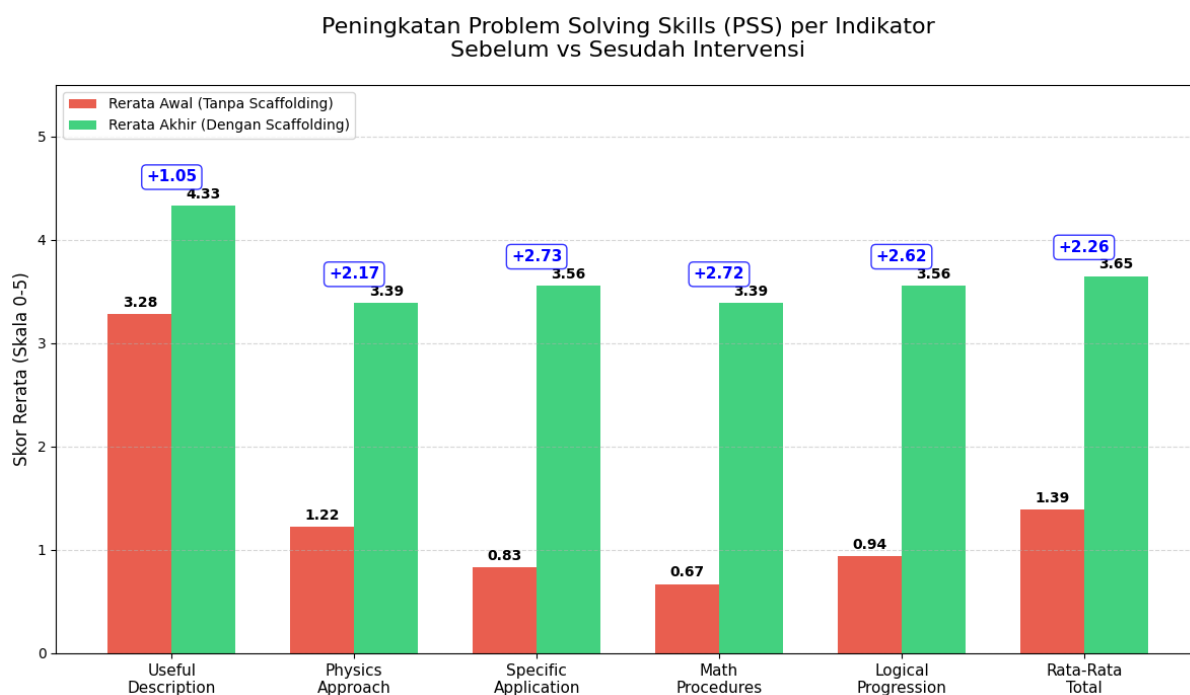
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian secara rinci tertuang pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Penelitian

Analisis data menunjukkan transformasi performa yang signifikan dari kondisi *baseline* menuju pasca-intervensi di seluruh indikator penilaian sebagaimana Gambar 3.



Tabel 2. Rekapitulasi Peningkatan Skor PSS (Skala 0-5)

Pada fase *baseline*, data menunjukkan mahasiswa mengalami kebuntuan mendasar dengan skor total sangat rendah (1,39). Terdapat ketimpangan antara kemampuan visual (3,28) dan kemampuan matematis (0,67). Setelah penerapan intervensi gabungan, terjadi peningkatan

drastis, terutama pada aspek *Specific Application* (+2,73) dan *Mathematical Procedures* (+2,72), yang mengubah kategori kemampuan mahasiswa secara umum dari "Sangat Rendah" menjadi "Baik".

Temuan utama penelitian ini adalah keberhasilan strategi intervensi dalam menjembatani kesenjangan kognitif antara representasi visual dan formulasi matematis yang dialami mahasiswa PGMI.

1. Peran Jurnal Reflektif sebagai Jembatan Kognitif

Peran jurnal reflektif sebagai jembatan kognitif tampak dari pergeseran cara mahasiswa memproses informasi dari sekadar "melihat" gambar gerobak menjadi mampu merumuskan model fisika yang tepat. Pada kondisi awal, skor rendah pada indikator *Specific Application* menunjukkan bahwa mahasiswa berhenti pada pemahaman naratif-visual tanpa mampu memilih hukum dan besaran yang relevan serta mengekspresikannya dalam persamaan matematis. Pola ini sejalan dengan temuan di pendidikan fisika bahwa banyak pembelajar kesulitan menghubungkan representasi verbal/visual dengan persamaan formal ketika metakognisi tidak terfasilitasi secara eksplisit (Muskan Modi, 2024; Winarti et al., 2022). Melalui jurnal reflektif yang dipandu *Scaffolding prompts*, mahasiswa diarahkan untuk memecah masalah ke dalam langkah memahami, merencanakan, mengeksekusi, dan mengevaluasi, sehingga beban kognitif terkelola dan proses berpikir menjadi lebih terstruktur (Guo, 2022; Nückles et al., 2020). Kenaikan skor yang tajam pada indikator *Physics Approach* dan *Specific Application* menunjukkan bahwa jurnal reflektif tidak hanya membantu mahasiswa "menyadari apa yang dipikirkan", tetapi juga menata kembali cara mereka menghubungkan situasi konkret dengan prinsip Hukum II Newton dan representasi matematis yang konsisten. Hal ini sejalan dengan bukti bahwa aktivitas refleksi terarah baik melalui jurnal, blog, maupun *learning journal* yang dapat meningkatkan kesadaran metakognitif, strategi perencanaan, pemantauan, dan evaluasi dalam memecahkan masalah sains serta berkontribusi langsung pada peningkatan hasil belajar kuantitatif (Griston & Wilcox, 2025; Nückles et al., 2020; O'Loughlin & Griffith, 2020). Studi dari berbagai jurnal internasional juga menunjukkan bahwa ketika refleksi didukung *prompt* yang spesifik pada topik fisika, mahasiswa akan cenderung mengembangkan pendekatan *problem solving* yang lebih strategis dan sistematis (Clark et al., 2023; Sijmken et al., 2023). Dengan demikian, peningkatan pada kedua indikator tersebut dapat dipahami sebagai manifestasi konkret dari penguatan keterampilan metakognitif yang difasilitasi oleh jurnal reflektif.

2. Peran Collaborative Sharing sebagai Equalizer dan Motivator

Lonjakan skor pada aspek *Mathematical Procedures* menunjukkan bahwa *Collaborative Sharing* bekerja sebagai mekanisme "penyetara" kemampuan sekaligus penguat motivasi dalam tahap eksekusi perhitungan.

a. Interaksi Sejawat sebagai Wahana Perbaikan Prosedur

Peningkatan skor *Mathematical Procedures* merefleksikan bahwa interaksi sejawat membantu mahasiswa mengklarifikasi langkah hitung, membandingkan strategi, dan memperbaiki kekeliruan secara kolektif. Dalam konteks fisika, diskusi antarmahasiswa terbukti memungkinkan *construction* dan *co-construction* pengetahuan, bahkan ketika awalnya tidak ada anggota yang menjawab benar secara individual, karena beban kognitif perhitungan kompleks terbagi dan ide-ide saling diuji melalui argumen bersama (Brundage et al., 2023; Lee & Didiş Körhasan, 2022). *Peer collaboration* di kelas fisika juga dilaporkan meningkatkan akurasi jawaban dan kepercayaan diri setelah diskusi jika dibandingkan dengan kerja individual, karena mahasiswa saling menjelaskan dan menegosiasikan alasan di balik prosedur yang digunakan (Tullis & Goldstone, 2020; An et al., 2022). Temuan serupa dalam matematika menunjukkan bahwa kolaborasi yang bersifat dua arah memungkinkan siswa saling "memperbaiki"

pemahaman dan merumuskan prosedur yang lebih tepat terhadap konsep aljabar dan fungsi (Hansen, 2022). Dengan demikian, *Collaborative Sharing* dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai wahana *knowledge co-construction* yang menyetarakan kemampuan prosedural, terutama bagi mahasiswa berlatar belakang non-eksakta (Nungu et al., 2023; Xu et al., 2023).

b. Interaksi Sejawat sebagai Penyangga Motivasi

Selain fungsi kognitif, *Collaborative Sharing* berperan sebagai sumber dukungan sosial yang menjaga motivasi dan ketangguhan (*resilience*) mahasiswa ketika berhadapan dengan perhitungan yang dirasakan sulit. Studi tentang pembelajaran kolaboratif menunjukkan bahwa kehadiran teman sebaya yang aktif berdiskusi dan saling memberi umpan balik menumbuhkan rasa terlibat, mengurangi kecemasan, serta meningkatkan *self-efficacy* dalam mata pelajaran sains dan matematika (Brundage et al., 2023; Nungu et al., 2023; Shao & Kang, 2022). Dukungan teman sebaya dan interaksi kolaboratif juga ditemukan sebagai mediator penting yang memperkuat hubungan antara motivasi berprestasi dan resiliensi siswa dalam aktivitas STEAM yang menantang (Zhan et al., 2025). Dalam konteks tugas kolaboratif, regulasi motivasi yang dibagi bersama (*socially shared regulation of learning*) membuat siswa merasakan pengaruh positif teman terhadap semangat dan keberlanjutan upaya mereka selama pemecahan masalah (Järvenoja et al., 2025). *Peer learning* di pendidikan tinggi pun dilaporkan memberikan manfaat emosional berupa pengurangan stres, peningkatan rasa percaya diri, dan terciptanya lingkungan belajar yang inklusif ketika mahasiswa saling memberi dukungan akademik dan sosial (Andrews et al., 2025; Mora et al., 2020). Oleh karena itu, meningkatnya ketekunan mahasiswa dalam menyelesaikan operasi matematis rumit pada penelitian ini selaras dengan bukti internasional bahwa interaksi sejawat yang terstruktur tidak hanya memperbaiki kualitas prosedur, tetapi juga berfungsi sebagai *motivational buffer* yang mencegah mahasiswa mudah menyerah atau putus asah (An et al., 2022; Premo et al., 2025)

KESIMPULAN

Integrasi *Jurnal Reflektif* dan *Collaborative Sharing* terbukti memberikan dampak transformatif terhadap keterampilan pemecahan masalah (*Problem Solving Skills/PSS*) mahasiswa PGMI. Intervensi ini mampu meningkatkan kategori performa mahasiswa dari “Sangat Rendah” (1,39) menjadi “Baik” (3,65). *Jurnal Reflektif* berkontribusi pada penguatan alur logika mahasiswa dalam menyusun prinsip-prinsip fisika secara mandiri, sedangkan *Collaborative Sharing efektif* dalam memvalidasi ketepatan prosedur matematis serta menyelaraskan kemampuan mahasiswa yang berasal dari latar belakang sekolah menengah yang beragam.

Berdasarkan temuan tersebut, direkomendasikan dua hal utama. Pertama, dosen IPA Fisika pada program studi guru sekolah dasar sebaiknya tidak lagi memberikan rumus secara langsung dalam PSS, tetapi memulai dengan prompt reflektif untuk memetakan dan membimbing logika berpikir mahasiswa. Kedua, perlu dikembangkan sebuah model pembelajaran yang secara formal mengintegrasikan *Jurnal Reflektif* dan *Collaborative Sharing* sebagai panduan baku dalam kurikulum pendidikan guru SD/MI. Model ini penting untuk mengatasi heterogenitas input mahasiswa dan memastikan bahwa proses “jembatan kognitif” (dari representasi visual ke rumus) serta “validasi sosial” (koreksi sejawat) berlangsung secara sistematis di setiap perkuliahan.

REFERENSI

- Akben, N. (2020). Effects of the Problem-Posing Approach on Students' Problem Solving Skills and Metacognitive Awareness in Science Education. *Research in Science Education*, 50(3). <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9726-7>
- An, X., Hong, J. C., Li, Y., & Zhou, Y. (2022). The impact of attitude toward peer interaction on middle school students' problem-solving self-efficacy during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.978144>
- Andrews, J., Jose, S., & Xavier, M. (2025). Evaluating the Effectiveness and Student Perception of Peer Learning in Higher Education: A Critical Analysis. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 7(5). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i05.56546>
- Ansari, J. A. N., & Khan, N. A. (2020). Exploring the role of social media in collaborative learning the new domain of learning. *Smart Learning Environments*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00118-7>
- Bahtiar, B., Ibrahim, I., & Maimun, M. (2022). Profile of Student Problem Solving Skills Using Discovery Learning Model with Cognitive Conflict Approach. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(3). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i3.1657>
- Brundage, M. J., Malespina, A., & Singh, C. (2023). Peer interaction facilitates co-construction of knowledge in quantum mechanics. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020133>
- Clark, R. M., Kaw, A., & Guldiken, R. (2023). Metacognition instruction and repeated reflection in a fluid mechanics course: Reflective themes and student outcomes. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 51(4). <https://doi.org/10.1177/03064190231164719>
- Docktor, J. L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., Mason, A., Ryan, Q. X., & Yang, J. (2016). Assessing student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 010130. <https://doi.org/10.1103/PHYSREVPHYSEDUCRES.12.010130/FIGURES/7/MEDIUM>
- Elmi, C. (2025). Fostering students' inquiry aptitudes and collaborative reasoning in higher education science courses with social annotation tools and collaborative platforms. *School Science and Mathematics*, 125(3). <https://doi.org/10.1111/ssm.18316>
- Farid, R. F., Indianti, W., & Singgih, E. E. (2020). Efektivitas Self-Determination Learning Model Of Instruction (SDLMI) dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Sosial Siswa Slow-Learner. *Jurnal Psikologi Malahayati*, 2(1). <https://doi.org/10.33024/jpm.v2i1.2422>
- Farida, I., Liliyasi, & Sopandi, W. (2013). Pembelajaran Berbasis Web untuk Meningkatkan Kemampuan Interkoneksi Multiplelevel Representasi Mahasiswa Calon Guru pada Topik Keseimbangan Larutan Asam-Basa. *Chemica*, 12(1).
- Griston, M., & Wilcox, B. R. (2025). Motivating reflection in problem solving: Homework corrections in upper-division physics courses. *Physical Review Physics Education Research*, 21(2). <https://doi.org/10.1103/ntvp-spkc>
- Guo, L. (2022). Using metacognitive prompts to enhance self-regulated learning and learning outcomes: A meta-analysis of experimental studies in computer-based learning environments. In *Journal of Computer Assisted Learning* (Vol. 38, Issue 3). <https://doi.org/10.1111/jcal.12650>
- Hansen, E. K. S. (2022). Students' agency, creative reasoning, and collaboration in mathematical problem solving. *Mathematics Education Research Journal*, 34(4). <https://doi.org/10.1007/s13394-021-00365-y>
- Hasiana, I., Aisyah, A., Mudhar, M., Hartanti, J., & Firda Mufidah, E. (2024). Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Project (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Reflektif pada Mahasiswa. *Utile: Jurnal Kependidikan*, 10(2). <https://doi.org/10.37150/jut.v10i2.3140>
- Järvenoja, H., Törmänen, T., Lehtoaho, E., Turunen, M., Suoraniemi, J., & Edwards, J. (2025). Investigating peer influence on collaborative group members' motivation through the lens of socially shared regulation of learning. *British Journal of Educational Psychology*, 95(4). <https://doi.org/10.1111/bjep.12754>

- Kalmar, E., Aarts, T., Bosman, E., Ford, C., de Kluijver, L., Beets, J., Veldkamp, L., Timmers, P., Besseling, D., Koopman, J., Fan, C., Berrevoets, E., Trotsenburg, M., Maton, L., van Remundt, J., Sari, E., Omar, L. W., Beinema, E., Winkel, R., & van der Sanden, M. (2022). The COVID-19 paradox of online collaborative education: when you cannot physically meet, you need more social interactions. *Heliyon*, 8(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08823>
- Karyotaki, M., & Drigas, A. (2016). Latest Trends in Problem Solving Assessment. *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (IJES)*, 4(2). <https://doi.org/10.3991/ijes.v4i2.5800>
- Khuder, B., & Negretti, R. (2025). Collaborative writing regulation: a comparative case study of co-regulation and socially shared regulation in higher education. *Higher Education*. <https://doi.org/10.1007/s10734-025-01437-9>
- Kim, J. Y., & Lim, K. Y. (2019). Promoting learning in online, ill-structured problem solving: The effects of scaffolding type and metacognition level. *Computers and Education*, 138. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.05.001>
- Krieger, F., Azevedo, R., Graesser, A. C., & Greiff, S. (2022). Introduction to the special issue: the role of metacognition in complex skills - spotlights on problem solving, collaboration, and self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 17(3). <https://doi.org/10.1007/s11409-022-09327-6>
- Lee, J., & Didiş Körhasan, N. (2022). Effect of group type on group performance in peer-collaborated two-round physics problem solving. *Physical Review Physics Education Research*, 18(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020112>
- Makiaway, J., Raganas, S. E., Serbo, D. N., & Acuña, A. (2024). A Glimpse of My Progress: Exploring Reflective Journaling as an Innovation to Enhance Metacognitive Skills, Motivation, and Acceptability of Learners. *Journal of Arts, Humanities and Social Science*, 1(2). <https://doi.org/10.69739/jahss.v1i2.104>
- Makiyah, Y. S., Mahmudah, I. R., Sulistyaningsih, D., & Susanti, E. (2021). Hubungan Keterampilan Komunikasi Abad 21 dan Keterampilan Pemecahan Masalah Mahasiswa Pendidikan Fisika. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 6(1). <https://doi.org/10.15575/jotalp.v6i1.9412>
- Mamatokhunov, Y. A., & Kholmirezayeva, D. F. (2025). Development of Problem-Solving Skills In Physics Through Metacognitive Strategies. *Вестник Иссyk-Кульского Университета*, 62. <https://doi.org/10.69722/1694-8211-2025-62-73-82>
- Mora, H., Signes-Pont, M. T., Fuster-Guilló, A., & Pertegal-Felices, M. L. (2020). A collaborative working model for enhancing the learning process of science & engineering students. *Computers in Human Behavior*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.09.008>
- Muskan Modi. (2024). Meta-cognition-Driven Problem Solving in Physics Education. *Graduate Journal of Interdisciplinary Research, Reports and Reviews*, 2(02). <https://doi.org/10.34256/gjir3.v2i02.32>
- Musrikah, M., Asmarani, D., & Handoko, A. I. (2023). Karakteristik Representasi Visual, Verbal, dan Simbolis Matematis Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(3). <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i3.6693>
- Nückles, M., Roelle, J., Glogger-Frey, I., Waldeyer, J., & Renkl, A. (2020). The Self-Regulation-View in Writing-to-Learn: Using Journal Writing to Optimize Cognitive Load in Self-Regulated Learning. In *Educational Psychology Review* (Vol. 32, Issue 4). <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09541-1>
- Nungu, L., Mukama, E., & Nsabayezi, E. (2023). Online collaborative learning and cognitive presence in mathematics and science education. Case study of university of Rwanda, college of education. *Education and Information Technologies*, 28(9). <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11607-w>
- O'Loughlin, V. D., & Griffith, L. M. (2020). Developing Student Metacognition through Reflective Writing in an Upper Level Undergraduate Anatomy Course. *Anatomical Sciences Education*, 13(6). <https://doi.org/10.1002/ase.1945>
- Pals, F. F. B., Tolboom, J. L. J., & Suhre, C. J. M. (2023). Development of a formative assessment instrument to determine students' need for corrective actions in physics: Identifying students' functional level of understanding. *Thinking Skills and Creativity*, 50.

- <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101387>
- Premo, J., Davis, W. B., & Wyatt, B. N. (2025). The Power of Peer Experiences: Shifts in Science Motivation and Impacts on Performance. *CBE Life Sciences Education*, 24(3). <https://doi.org/10.1187/cbe.24-07-0199>
- Ratmiati, R., & Setiawan, E. M. (2025). Analisis Kemampuan Efektif Membaca (KEM) Mahasiswa Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah UIN Mahmud Yunus Batusangkar. *FONDATIA*, 9(1). <https://doi.org/10.36088/fondatia.v9i1.5614>
- S, S., & Anwar, K. (2018). Kemampuan Pemecahan Masalah Struktur Aljabar Mahasiswa Pendidikan Matematika dalam Pembelajaran Berbasis Creative Problem Solving. *EDUMATICA / Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2). <https://doi.org/10.22437/edumatica.v8i2.5535>
- Safitri, R. I., Wati, M., & Mahtari, S. (2024). Efektivitas Model Collaborative Problem Solving (CPS) dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah pada Materi Termodinamika. *Multi Discere Journal*, 3(1). <https://doi.org/10.36312/mj.v3i1.2309>
- Saputri*, Y. D., Adi, B. S., Hastuti, W. S., & Murti, R. C. (2023). Peningkatan Kemampuan Mahasiswa Pendidikan Guru Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Melalui Refleksi Diri Pada Mata Kuliah Pendidikan IPA Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(1). <https://doi.org/10.24815/jpsi.v11i1.26571>
- Shao, Y., & Kang, S. (2022). The association between peer relationship and learning engagement among adolescents: The chain mediating roles of self-efficacy and academic resilience. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.938756>
- Tullis, J. G., & Goldstone, R. L. (2020). Why does peer instruction benefit student learning? *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00218-5>
- Winarti, Ambaryani, S. E., & Putranta, H. (2022). Improving Learners' Metacognitive Skills with Self-Regulated Learning based Problem-Solving. *International Journal of Instruction*, 15(2). <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1528a>
- Wu, H., & Molnár, G. (2022). Analysing Complex Problem-Solving Strategies from a Cognitive Perspective: The Role of Thinking Skills. *Journal of Intelligence*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/jintelligence10030046>
- Xu, E., Wang, W., & Wang, Q. (2023). The effectiveness of collaborative problem solving in promoting students' critical thinking: A meta-analysis based on empirical literature. In *Humanities and Social Sciences Communications* (Vol. 10, Issue 1). <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01508-1>
- Yusal, Y. (2022). Penerapan Ragam Media Visual untuk Meningkatkan Level Pemahaman Konsep Daya Listrik Mahasiswa Calon Guru Fisika Tahun Akademik 2020/2021. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 8(1). <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8557>
- Zhai, X., Nyaaba, M., & Ma, W. (2025). Can Generative AI and ChatGPT Outperform Humans on Cognitive-Demanding Problem-Solving Tasks in Science? *Science and Education*, 34(2). <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00496-1>
- Zhan, Y., Hong, J. C., & Zhao, L. (2025). Effects of goal achievement motivation on K-12 students' resilience in STEAM activities: the mediating role of in-school social supports. *Journal of Research on Technology in Education*, 57(5). <https://doi.org/10.1080/15391523.2024.2378073>