

Elsina Sarah Tamaela¹
Iramuar Ishak Kdise²
Vils Devega Huwae³

^{1,2,3} Prodi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Pattimura
elsatamaela1977@gmail.com



LPPM STIA Said Perintah
Volume 2, No. 1, Maret 2021

<https://stia-saidperintah.e-journal.id/ppj>

Abstract

Assessment is an important part of the learning process because it helps teachers to design learning process according to students' condition. The assessment developed should take notice to the learning model and approach used. Thus, it will accurately assess the achievements of students. This study has developed a PjBL assessment model using the STEM approach. Whereas, this study conducted based on the unavailability of the PjBL assessment model using the STEM approach. In this study, the experimental research type was applied which using the PjBL-STEM model treatment to students to practice high order thinking skill. The instrument used is the PjBL-STEM assessment tool which was equipped with written feedback and descriptive questions from the analysis level to the creative level. The research subjects were 35 students of grade VII at a schools in Ambon. The data analysis used is quantitative Descriptive which is strengthened by Qualitative. Moreover, the result shows that the assessment can train the thinking in the higher order thinking skill, on the other hand the improvement is not significant.

Keywords : *Assessment Model, PjBL, STEM, High Order Thinking Skill*

Pendahuluan

Upaya untuk menyiapkan peserta didik yang memiliki keterampilan abad 21 perlu didukung dengan proses yang benar. Guna memenuhi proses yang benar maka guru harus mampu untuk mendesain kegiatan pembelajaran yang berorientasi pada pembelajaran abad 21. King et al., (2003) menjelaskan karakteristik pembelajaran abad 21 sebagai berikut; 1) pendekatan pembelajaran berpusat pada peserta didik; 2) peserta dibelajarkan untuk mampu berkolaborasi; 3) materi pembelajaran dikaitkan dengan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari, pembelajaran harus memungkinkan peserta didik terhubung dengan kehidupan sehari-hari mereka; dan 4) dalam upaya mempersiapkan peserta didik menjadi warga negara yang bertanggung jawab, sekolah seyogyanya dapat memfasilitasi mereka untuk terlibat dalam lingkungan sosialnya. Salah satu pendekatan yang dapat menjawab tuntutan keterampilan abad 21 adalah Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika (STEM).

STEM bukanlah model pembelajaran namun sebuah pendekatan yang merupakan integrasi dari 4 bidang yakni sains, teknologi, rekayasa dan matematika (Mpofo, 2019). STEM diterapkan dalam dunia Pendidikan dengan tujuan untuk menyiapkan peserta didik agar dapat bersaing dan siap bekerja sesuai bidangnya. Pendekatan STEM memiliki prinsip utama yakni mengkaitkan antara komunikasi, materi kemampuan menyelesaikan masalah (*problem solving*) integrasi teknologi dan pekerjaan. Pendekatan ini fokus pada proses pembelajaran pemecahan masalah dalam kehidupan nyata. Selanjutnya menurut Mulyana et al., (2018) bahwa pembelajaran STEM akan membantu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan meningkatkan *skill* yang multirepresentatif guna menjawab kebutuhan hidup dewasa ini.

STEM saat ini belum terlalu banyak dikembangkan dalam proses pembelajaran oleh guru fisika di kota Ambon (Hasil wawancara dengan guru fisika dalam forum seminar nasional guru fisika, April 2019). Salah satu alasan yang paling banyak dikemukakan oleh guru fisika adalah minimnya pengetahuan mereka tentang STEM (bagaimana mengembangkan perangkat pembelajaran; bahan ajar; penilaian dan rubrik; dan bagaimana implementasi di kelas). Belum tersedianya sebuah model penilaian formatif yang baku dan terintegrasi STEM serta dapat dipakai oleh guru dalam pembelajaran IPA Fisika merupakan kendala yang ditemui sehingga diperlukan satu langkah perbaikan. Dengan demikian maka dibutuhkan model asesmen formatif yang

terintegrasi STEM serta dapat mengukur/menilai kemampuan peserta didik secara menyeluruh di empat disiplin ilmu.

Temuan pada guru fisika di Kota Ambon ini sejalan dengan pendapat El-Deghaidy & Mansour (2015) yang menjelaskan bahwa STEM kurang diimplementasikan dalam pembelajaran karena minimnya diskusi tentang penerapan pendekatan tersebut di kelas. Kurangnya informasi tentang implementasi STEM sudah tentu menghambat guru dalam mengembangkan perangkat pembelajaran dan penilaian. Oleh sebab itu diperlukan solusi untuk menjawab permasalahan tersebut.

STEM menurut Redkar (2012); Laforce et al., (2017); Dewi et al., (2017) dapat diintegrasikan dalam pembelajaran dengan melibatkan model PjBL. Beberapa hasil penelitian memperlihatkan bahwa Pendekatan STEM dengan model PjBL dapat mengasah kemampuan kognitif manipulatif, mendesain, memanfaatkan teknologi, dan pengaplikasian pengetahuan (Capraro et al., 2013), serta kemampuan dalam mengkombinasikan antara pengetahuan kognitif dan psikomotorik (Pfeiffer et al., 2013). Menurut Sumarni, W; Wijayati dan Supanti (2019) bahwa pendekatan STEM juga dapat memperbaiki kemampuan berpikir kreatif. Kemampuan ini juga merupakan kemampuan level tinggi untuk kelompok kognitif.

Dengan memperhatikan teori dan hasil-hasil penelitian yang relevan maka dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEM dengan integrasi model PjBL dapat memperbaiki kemampuan kognitif peserta pada tataran yang tinggi. Pada penelitian ini penelitian ini akan menggunakan bentuk penilaian STEM dengan integrasi PjBL. Bentuk ini akan menghasilkan sebuah model penilaian yang akan menginformasikan "akar" kegagalan dan kekuatan peserta didik dalam belajar mereka. Model penilaian ini juga merupakan *reform* terhadap bentuk penilaian yang dilakukan selama ini yakni mengintegrasikan antara asesmen unjuk kinerja, proyek dan produk dalam satu model penilaian, selain itu model asesmen ini akan memberikan kemudahan dalam proses perekaman aktivitas peserta didik selama belajar. Permasalahan utama dalam penelitian adalah bagaimana kemampuan berpikir peserta didik pada level tinggi jika diberikan perlakuan dengan model asesmen PjBL terintegrasi pendekatan STEM.

Kerangka Teoritis

Literasi STEM

STEM bukanlah sebuah model pembelajaran, namun merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan oleh guru untuk menghasilkan peserta didik untuk

menghadapi era industri 4.0 saat ini. STEM itu sendiri menurut Bybee (2013) terdiri atas empat bagian yakni (1) pengetahuan, sikap dan keterampilan seorang individu untuk mengidentifikasi suatu masalah dalam kehidupan nyata; (2) pemahaman seorang individu mengenai karakteristik disiplin ilmu STEM ; (3) kepekaan seorang individu tentang bagaimana membentuk intelektual dan budaya lingkungan kita; dan (4) keinginan individu terkait ide atau isu-isu terkait STEM. Pembelajaran dengan pendekatan STEM tidak hanya mengajarkan konten ilmu akan tetapi melalui pendekatan ini akan menumbuhkan *soft skill* seperti kemampuan memecahkan masalah dalam kehidupan nyata. Hal ini sejalan dengan pendapat Chamberlin & Pereira (2017) dan Mann & Mann (2017) yang menyatakan bahwa konsep yang diperoleh melalui STEM akan membantu dalam proses pemecahan masalah di kehidupan nyata.

Penggunaan pendekatan *STEM* dalam bidang pendidikan menurut Stohlmann et al., (2012) bertujuan untuk meningkatkan jumlah inovator dalam bidang STEM, memperkuat sumber daya manusia yang professional terkait STEM, meningkatkan literasi STEM untuk semua orang. Pendekatan *STEM* memiliki prinsip utama yaitu terkait komunikasi, materi, kemampuan menyelesaikan masalah (*problem solving*), integrasi, teknologi dan karir. Enam prinsip utama tersebut terangkum dalam sains sebagai materi, teknologi sebagai produk dari ilmu sains, *engineering* sebagai kemampuan untuk mengaplikasikan ilmu sains, dan komponen matematika sebagai penghubung antar komponen. Empat komponen yang meliputi Sains, Teknologi, *Engineering*, dan Matematika diharapkan dapat dikuasai oleh peserta didik sehingga dapat berkarir dengan baik. Integrasi antara empat komponen ini akan memberikan ruang kepada peserta didik untuk cakap dalam pengetahuan dan teknologi karena dipelajari secara bersamaan (Pfeiffer et al., 2013).

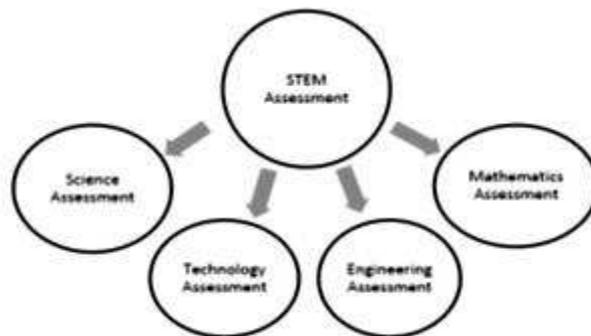
Asesmen Project Based Learning Terintegrasi STEM (PjB-STEM)

Tiga tahapan penting dalam pembelajaran adalah perancangan kegiatan pembelajaran, pelaksanaan dan penilaian. Kegiatan penilaian pada dasarnya dapat mempengaruhi efektifitas pembelajaran karena dapat menjembatani antara belajar dan pembelajaran. Adnan et al., (2019) berpendapat bahwa penilaian yang baik akan menjadi motor penggerak untuk mengaktifkan peserta didik. Stiggins dan Chappuis (2017) mendefinisikan penilaian sebagai sebuah proses pengumpulan informasi guna memberikan keputusan dalam kegiatan pembelajaran. Guna mengambil keputusan terhadap kemajuan belajar peserta didik, maka guru tidak hanya terpaut pada satu

bentuk penilaian saja. Bentuk *paper and pencil test* tidak selamanya dapat memberikan informasi tentang kemajuan atau kendala peserta didik.

Guru dapat menggunakan lebih dari satu bentuk penilaian untuk menilai kemajuan peserta didik. Oleh sebab itu dibutuhkan kemampuan gurudalam memilih dan menggunakan penilaian secara tepat sehingga dapat memberikan informasi yang akurat dalam menganalisa proses belajar mengajar. Salah satu bentuk penilaian yang dapat melengkapi *paper and pencil test* adalah *alternative assessment*.

Asesmen alternative terdiri dari beberapa tipe diantaranya *performance assessment, project assessment dan product assessment*. Bentuk asesmen ini dirancang sesuai dengan kebutuhan dalam pembelajaran. Sejalan dengan pendekatan yang digunakan saat ini yakni STEM maka asesmen yang dikembangkan juga disesuaikan dengan komponen pendekatan tersebut. Berikut Gambar 1 model asesmen dalam pembelajaran STEM menurut Capraro et al., (2013)



Gambar 1. Model Asesmen STEM

Strategi Mengembangkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dalam Pembelajaran

Berpikir merupakan suatu aspek dari eksistensi manusia. Kemampuan untuk mewujudkan eksistensinya itu ialah dengan jalan proses berpikir. Proses berpikir itu dapat berwujud di dalam dua bentuk, yaitu proses berpikir tingkat rendah dan proses berpikir tingkat tinggi. Kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *higher order thinking skill* (HOTS) didefinisikan sebagai kemampuan berpikir kritis, logis, reflektif, metakognisi dan kreatif (King et al., 2003). Sementara menurut Budsankom et al., (2015) menjelaskan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan sebuah proses berpikir dengan prosedur rumit yang memerlukan beberapa keterampilan seperti analisis, sintesis, perbandingan, inferensi, interpretasi, penilaian, penalaran induktif dan deduktif yang nantinya digunakan untuk memecahkan masalah.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan bagian dari ranah kognitif. Ranah yang berisi perilaku dengan penekanan pada aspek intelektual yakni pengetahuan dan keterampilan berpikir. Pada penelitian ini kemampuan berpikir tingkat tinggi merujuk kepada pendapat Anderson et al., (2001) yang merupakan revisi dari taksonomi Bloom. Adapun level kognitif hasil revisi yakni mengingat, memahami, aplikasi, analisis, evaluasi dan mencipta. Anderson et al., (2001) berpendapat bahwa menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta adalah bagian dari kemampuan berpikir tingkat tinggi. Keterampilan berpikir tingkat tinggi terdiri dari dua aspek yaitu kritis dan kreatif.

Dengan merujuk pada taksonomi Bloom yang sudah direvisi maka Rofiah et al., (2013) mengklasifikasikan aspek berpikir kritis termasuk menganalisis dan mengevaluasi. Sementara ahli yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi termasuk dalam aspek berpikir kreatif yang sudah disebutkan yaitu: Conklin (2012) dan King et al., (2003) Dengan merujuk pada taksonomi Bloom yang sudah direvisi maka Rofiah et al., (2013) mengklasifikasikan aspek berpikir kreatif yaitu mencipta.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi dapat dilatihkan setiap saat oleh guru. Proses ini jika dibiasakan dalam pembelajaran maka akan membantu peserta didik untuk memecahkan masalah dengan kemampuan tinggi. Kemampuan berpikir tingkat tinggi menurut Insyasiska et al., (2015) dapat dilatihkan melalui pembelajaran yang berbasis proyek dan dilakukan secara berkelompok. Pendapat ini mendukung karakteristik PjBL yang dilaksanakan secara berkelompok. Menurut Chard dalam Curtis (2011) melalui pembelajaran proyek siswa dapat bebas melintasi disiplin ilmu untuk memecahkan masalah dengan memberikan kebebasan pada siswa untuk mengeksplorasi dirinya.

Dengan demikian siswa termotivasi untuk bereksplorasi ketika berada dalam pembelajaran yang membebaskan mereka tanpa ada banyak aturan yang kaku seperti ketika pembelajaran yang ada di dalam kelas. Peranan pembimbingan guru pada saat pembelajaran berbasis proyek sangat penting, karena didalamnya guru akan membimbing pola pikir mereka sehingga muncul kreativitas dan cara berpikir siswa yang kritis dari lingkungan sekitarnya.

Tabel 1. Indikator Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Aspek	Indikator	Sub Indikator
Berpikir Kritis	Menganalisis	Memilih
		Membandingkan
	Mengevaluasi	Memeriksa
		Memulai
Berpikir Kreatif	Mencipta	Membuat
		Menyimpulkan

Berikut ini adalah beberapa strategi menurut King et al., (2003) yang dapat digunakan dalam kelas.

- Pembelajaran yang memberikan kesempatan pengulangan, elaborasi, organisasi, dan metakognisi
- Pembelajaran yang secara khusus berpusat kepada siswa
- Presentasi tidak lebih dari lima belas menit dan disesuaikan antara proses menggali pengetahuan dan praktek dalam pembelajaran
- Guru atau siswa menghasilkan pertanyaan, masalah baru, dan pendekatan baru serta memperoleh jawaban yang belum dipelajari sebelumnya
- Pemberian umpan balik secara langsung, spesifik, dan menginformasikan kemajuan siswa
- Pembelajaran menggunakan diskusi kelompok kecil, tutor teman sebaya, dan pembelajaran kooperatif
- Aktivitas dalam pembelajaran melibatkan tugas-tugas yang menantang keinginan siswa, guru memotivasi siswa untuk mengerjakan tugas-tugas serta memberikan umpan balik terhadap hasil pekerjaan siswa

Bentuk pendekatan saintifik dan model problem based learning menurut Hidayati (2017) dapat menjadi model untuk melatih dan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi juga. Sementara itu Tamaela dan Sopacua (2020) menjelaskan dalam hasil penelitiannya bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi juga dapat dilatihkan dan dikembangkan melalui penerapan *self assessment* dalam pembelajaran. Hal ini terjadi akibat dari proses metakognisi yang berlangsung selama proses penilaian diri (*self assessment*) dilakukan.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen dengan tipe kuasi eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan pada salah satu sekolah menengah pertama di

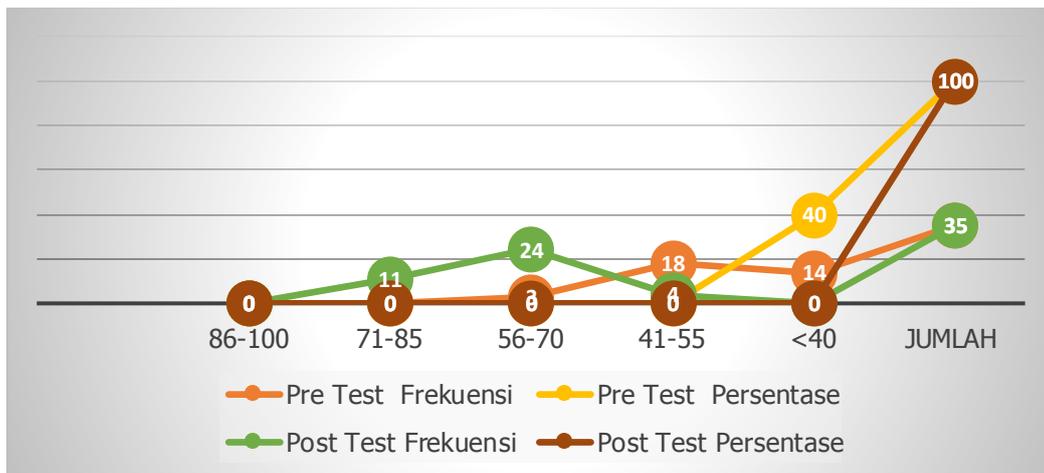
Kota Ambon. Populasi penelitian ini adalah peserta didik kelas tujuh pada tahun ajaran 2019/2020. Sampel dalam penelitian ini diambil secara random sehingga terpilih 35 orang. Pada penelitian proses pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen tes dan non tes. Instrumen tes untuk mengukur kemampuan berpikir pada level tinggi dan non tes untuk mengukur proses pembelajaran. Soal tes yang diberikan dalam bentuk uraian dengan jumlah 15 butir soal yang berkisar pada C4 sampai dengan C6. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menjawab permasalahan penelitian.

Pembahasan Hasil Penelitian

Instrumen yang sudah divalidasi oleh ahli selanjutnya dipakai untuk menghimpun data. Data yang terhimpun meliputi data kemampuan berpikir tingkat tinggi pada awal dan akhir kegiatan pembelajaran. Hasil analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi ditunjukkan pada Tabel 2. Data hasil analisis memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi setelah pembelajaran dilakukan dengan Model PjBL menggunakan pendekatan STEM. Selanjutnya hasil analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2. Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Awal dan Akhir

Interval	Awal		Kategori	Akhir	
	Frekuensi	Persentase (100%)		Frekuensi	Persentase (100%)
86-100	-	0	Sangat tinggi	-	0
71-85	-	0	Tinggi	11	31,43
56-70	3	8,57	Sedang	24	68,57
41-55	18	51,43	Rendah	4	11,43
<40	14	40	Sangat rendah	-	0
Jumlah	35	100		35	100



Gambar 2. Grafik Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Awal & Akhir

Sementara itu hasil analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi untuk tiap indikator memperlihatkan bahwa frekuensi peserta didik untuk level kognitif jauh lebih tinggi dibandingkan dua level lainnya. Data memperlihatkan bahwa level analisis adalah 17, level evaluasi ada 13 dan 5 untuk level kognitif yang paling akhir yakni mencipta. Hasil analisis memperlihatkan bahwa secara keseluruhan terjadi perbaikan kemampuan peserta didik akibat dari perlakuan yang dilakukan dalam pembelajaran. Pembelajaran dengan menggunakan PjBL.

Perbaikan terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi pada konsep fisika disebabkan oleh karakteristik PjBL yang berbasis proyek. Hal ini didukung dengan pendapat Curtis (2011) yang menjelaskan bahwa pembelajaran yang berbasis proyek akan membantu siswa untuk memecahkan masalah dikarenakan kebebasan mereka untuk mengeksplorasi dirinya. Kebebasan dalam mencari informasi tentang konsep yang dipelajari melalui proyek yang dilakukan. Belajar dengan proyek dan berkelompok merupakan ciri belajar secara konstruktif. Bentuk pembelajaran yang demikian sesungguhnya relevan dengan pendekatan STEM. Sejalan dengan itu Bie (2012) berpendapat bahwa pembelajaran berbasis sains proyek mendorong siswa untuk melakukan penyelidikan, menanggapi pertanyaan dari sebuah masalah yang kompleks atau tantangan yang diberikan serta dapat melatih keterampilan abad 21 (kolaborasi, komunikasi dan berpikir kritis). Secara keseluruhan sebuah model akan berdampak kuat terhadap kemampuan berpikir siswa juga didukung dengan komponen asesmen.

Bentuk asesmen PjBL yang didesain dengan memperhatikan sintak dan karakteristik model dalam penelitian ini membuktikan bahwa sangat mempengaruhi hasil

akhir. Melalui informasi penilaian PjBL yang terintegrasi pendekatan STEM memperlihatkan bahwa siswa mengetahui kendala maupun kekuatan mereka di setiap sintak. Temuan ini mendukung pendapat Tamaela & Sapulette (2019) bahwa dengan mengintegrasikan asesmen ke dalam proses pembelajaran secara benar akan memberikan dampak yang baik terhadap hasil belajar mereka.

Penutup

Asesmen PjBL dengan integrasi pendekatan STEM telah terbukti dapat memperbaiki kemampuan berpikir peserta didik. Hal ini terjadi akibat proses metakognisi yang berlangsung dalam diri siswa. Hasil analisis dari penelitian ini juga membuktikan bahwa integrasi asesmen secara tepat dalam kegiatan pembelajaran akan membantu peserta didik untuk memperbaiki kinerja dan hasilnya.

Daftar Pustaka

- Adnan, N. L., Sallem, N. R. M., Muda, R., & Wan Abdullah, W. K. (2019). Is current formative assessment still relevant in turning students into deep learners? *TEM Journal*, 8(1), 298–304. <https://doi.org/10.18421/TEM81-41>
- Anderson, L. W., Krathwohl Peter W Airasian, D. R., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Education Objectives*. Pearson Education. <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Anderson-Krathwohl - A taxonomy for learning teaching and assessing.pdf>
- Budsankom, P., Tatsirin Sawangboon, Damrongpanit, S., & Chuensirimongkol, J. (2015). Factors affecting higher order thinking skills of students: A meta-analytic structural equation modeling study. *Educational Research and Reviews*, 10(19), 2640–2652. <https://doi.org/10.5897/ERR2015>
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). STEM project-based learning an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. *STEM Project-Based Learning an Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach, January 2013*, 1–210. <https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6>
- Chamberlin, S. A., & Pereira, N. (2017). *Differentiating engineering activities for use in a mathematics setting*. In D. Dailey & A. Cotabish (Eds.), *Engineering Instruction*

- for *High-Ability Learners in K-8 Classrooms* (pp. 45–55).
- Conklin, W. (2012). *Higher-order thinking skills to develop 21st century learners*. Shell Education Publishing, Inc.
- Curtis, S. M. (2011). Formative assessment in accounting education and some initial evidence on its use for instructional sequencing. *Journal of Accounting Education*, 29(4), 191–211. <https://doi.org/10.1016/j.jaccedu.2012.06.002>
- Dewi, H. R., Mayasari, T., & Jeffry, H. (2017). Peningkatan ketrampilan berfikir kreatif siswa melalui penerapan inkuiri terbimbing berbasis STEM. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 3, 20*, 47–53. <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/snpf>
- El-Deghaidy, H., & Mansour, N. (2015). Science Teachers' Perceptions of STEM Education: Possibilities and Challenges. *International Journal of Learning and Teaching*, 1(1), 51–54. <https://doi.org/10.18178/ijlt.1.1.51-54>
- Hidayati, R. (2017). Keefektifan setting TPS dalam pendekatan discovery learning dan problem-based learning pada pembelajaran materi lingkaran SMP. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 4(1), 78. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v4i1.9451>
- Insyasiska, D., Zubaidah, S., & Susilo, H. (2015). Pengaruh Project Based Learning Terhadap Motivasi Belajar, Kreativitas, Kemampuan Berpikir Kritis, Dan Kemampuan Kognitif Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 9–21. <https://doi.org/10.17977/um052v7i1p9-21>
- King, F., Goodson, L., & Faranak Rohani, M. (2003). Higher Order Thinking Skills • Definition • Teaching Strategies • Assessment A publication of the Educational Services Program, now known as the Center for Advancement of Learning and Assessment. *Voices from the Middle*, 88(18), 495–496. <http://lt.msu.edu/issues/june2016/lee.pdf> <http://lt.msu.edu/issues/june2016/lee.pdf> <http://www.cala.fsu.edu> <http://www.ascd.org/memberbooks> <http://www.21stcentury skills.org> <http://www>
- Laforce, M., Noble, E., & Blackwell, C. (2017). Problem-based learning (PBL) and student interest in STEM careers: The roles of motivation and ability beliefs. *Education Sciences*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/educsci7040092>
- Mann, E. L., & Mann, R. L. (2017). *Engineering design and gifted pedagogy*. In D. Dailey & A. Cotabish (Eds.), *Engineering Instruction for High-Ability Learners in K-8 Classrooms* (pp. 33–44).
- Mpofu, V. (2019). A Theoretical Framework for Implementing STEM Education. In

- Kehdinga George Fomunyan (Ed.), *Theorizing STEM Education in the 21st Century* (pp. 109–123).
- Mulyana, K. M., Abdurrahman, & Rosidin, U. (2018). Implementasi Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Untuk Menumbuhkan Skill Multipresentasi Siswa Pada Materi Hukum Newton Tentang Gerak. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 69–75.
- Pfeiffer, H. D., Ignatov, D. I., Poelmans, J., & Gadiraju, N. (2013). Conceptual Structures for STEM Research and Education. *20th International Conference on Conceptual Structures, ICCS 2013*.
- Redkar, S. (2012). Teaching Advanced Vehicle Dynamics Using a Project Based Learning (PBL) Approach. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(November), 17–29.
[http://search.proquest.com/docview/1015211569?accountid=14717%5Cnhttp://p.utoriasfx.hosted.exlibrisgroup.com/pretoria?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&sid=ProQ:ProQ:engineeringjournals&atitle=Teaching+Advanced+Vehicle+Dynamics+Using+a+Project+Based+Learning+\(PBL\)+Approach&title=Journal+of+STEM+Education+:+Innovations+and+Research&issn=15575276&date=2012-05-01&volume=13&issue=3&page=17&au=Redkar,+Sangram&isbn=&jtitle=Journal+of+STEM+Education+:+](http://search.proquest.com/docview/1015211569?accountid=14717%5Cnhttp://p.utoriasfx.hosted.exlibrisgroup.com/pretoria?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&sid=ProQ:ProQ:engineeringjournals&atitle=Teaching+Advanced+Vehicle+Dynamics+Using+a+Project+Based+Learning+(PBL)+Approach&title=Journal+of+STEM+Education+:+Innovations+and+Research&issn=15575276&date=2012-05-01&volume=13&issue=3&page=17&au=Redkar,+Sangram&isbn=&jtitle=Journal+of+STEM+Education+:+)
- Rofiah, E., Nonoh, s. A., & Ekawati, E. Y. (2013). PENYUSUNAN INSTRUMEN TES KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI FISIKA PADA SISWA SMP Oleh: Emi Rofiah, Nonoh Siti Aminah, Elvin Yusliana Ekawati Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 1(2), 17–22.
- Stiggins, R. J., & Chappuis, J. (2017). *An Introduction To Student- Involved Assessment FOR Learning* (7th ed.). Pearson Education.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Sumarni, W; Wijayati, N., & Supanti, S. (2019). Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 4(1), 18–30.
- Tamaela, E. S., & Sopacua, V. (2020). Self Assessment (Kunci Keberhasilan Mahasiswa

Calon Guru Dalam Menganalisis Konsep). *Biosel: Biology Science and Education*, 9(1), 60. <https://doi.org/10.33477/bs.v9i1.1318>