

Analisis prinsip konstruktivisme dalam pembelajaran fisika berbasis Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM)

Ika Kartika^{1*}, Elvara Norma Aroyandini¹ , Slamet Maulana², Siti Fatimah³ 

¹ Universitas Negeri Padang, Indonesia.

² Universitas Negeri Semarang, Indonesia.

³ Institut Agama Islam Nahdlatul Ulama Kebumen, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail: ika.kartika@uin-suka.ac.id

ARTICLE INFO

Article History

Received:

24 December 2021;

Revised:

1 August 2022;

Accepted:

3 November 2022;

Available Online:

10 February 2023

Keywords

Etno-STEAM;

Konstruktivisme;

Pembelajaran fisika;

Constructivism;

Physics learning

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan teori pembelajaran konstruktivisme dalam pembelajaran fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM)*. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan 40 mahasiswa semester V Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga sebagai responden penelitian. Pengumpulan data penelitian dilakukan melalui teknik observasi, wawancara, dan angket terbuka, dimana ketiga teknik pengambilan data tersebut sekaligus sebagai triangulasi untuk mengecek keabsahan data yang dikumpulkan. Data penelitian dianalisis menggunakan teknik analisis interaktif yang dikembangkan oleh Miles dan Huberman yang tahapannya yaitu pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEAM yang dilakukan telah menerapkan prinsip-prinsip konstruktivisme seperti menggunakan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari untuk menstimulasi proses belajar, adanya proses inkuiri melalui pengkajian dan eksperimen, ada dorongan untuk bertanya dan berinteraksi dengan dosen, hingga memberikan peluang kepada mahasiswa untuk menemukan pengetahuan baru. Pembelajaran STEAM memberikan kontribusi yang besar terhadap perkembangan kemampuan berpikir mahasiswa, diantaranya yaitu mengaktifkan mahasiswa, meningkatkan kemampuan komunikasi dan kerja sama, meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, serta mengembangkan sikap ilmiah mahasiswa. Meskipun begitu, pembelajaran STEAM juga memiliki kendala, diantaranya yaitu membutuhkan waktu pembelajaran yang cukup lama.

This study aims to analyze the application of constructivism learning theory in physics learning based on Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM). This research is qualitative research with 40 fifth-semester students of Physics Education at the State Islamic University (UIN) Sunan Kalijaga as research respondents. Research data was collected through observation, interview, and open questionnaire techniques. The three data collection techniques also served as triangulation to check the validity of the data collected. The research data were analyzed using interactive analysis techniques developed by Miles and Huberman, the stages of data collection, data reduction, data presentation, and conclusion. The results of the analysis show that STEAM-based learning has implemented constructivism principles such as using problems in everyday life to stimulate the learning process, there is a process of inquiry through assessment and experimentation, there is an encouragement to ask questions and interact with lecturers, providing opportunities for students to discover new knowledge. STEAM learning contributes significantly to developing students' thinking skills, including activating students, improving communication and collaboration skills, increasing higher-order thinking skills, and developing students' scientific attitudes. Even so, STEAM has obstacles, including an extended learning time.



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



How to cite:

Kartika, I., Aroyandini, E. N., Maulana, S., & Fatimah, S. (2022). Analisis prinsip konstruktivisme dalam pembelajaran fisika berbasis Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM). *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi*, 10(1), 23-33. <https://doi.org/10.21831/jppfa.v10i1.46381>

PENDAHULUAN

Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan yang terdiri dari konsep-konsep. Konsep pada dasarnya mengkategorikan sesuatu dalam presentasi non-verbal, sehingga konsep cenderung abstrak, sehingga diperlukan keterampilan kemampuan mental. Konsep merupakan gambar dan proses mental. Sebuah konsep yang memiliki organisasi kognitif yang berguna untuk memecahkan masalah yang baru ditemukan (Hanna et al., 2016). Konsep-konsep yang ada dalam pembelajaran fisika pada dasarnya sangat erat dengan kehidupan sehari-hari, seperti misalnya pada materi Hukum III Newton yang merupakan hukum aksi-reaksi, pada dasarnya seringkali dialami dalam kehidupan sehari-hari.

Ketika mahasiswa bersikap mencubit temannya, misalnya temannya dalam hal ini akan memberikan reaksi dengan berbalik mencubit kepada mahasiswa tersebut. Selain itu, masih banyak materi-materi fisika lainnya yang sangat *applicable* dalam kehidupan sehari-hari. Memahami konsep fisika merupakan kemampuan mahasiswa untuk mengetahui, mengidentifikasi, dan mendiskusikan konsep fisika yang telah dipelajari tanpa mengurangi maknanya. Pembelajaran yang diselenggarakan seharusnya merupakan pembelajaran yang menghadapkan mahasiswa pada berbagai masalah dalam kehidupan sehari-hari, baik yang dilihat secara langsung maupun tidak langsung oleh mahasiswa, sehingga pembelajaran lebih bermakna (Anafidah et al., 2018).

Pembelajaran fisika yang bermakna adalah pembelajaran dimana mahasiswa menemukan konsep sendiri dengan berbagai kegiatan dan aktivitas yang dilakukan. Melalui adanya pencarian konsep, mahasiswa akan terlatih keterampilan psikomotorik dan terbentuk sikap-sikap ilmiah. Menurut Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, tujuan pembelajaran fisika/sains dalam Kurikulum 2013 adalah menguasai konsep dan prinsip serta memiliki keterampilan yang diperlukan untuk mengembangkan pengetahuan dan kemandirian, percaya diri untuk melanjutkan pendidikan tinggi dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Mahasiswa menggunakan pengetahuan yang telah dimilikinya, baik dari pembelajaran yang didapatkan pada jenjang sebelumnya maupun pengalaman pribadi mahasiswa, sebagai modal awal dalam mengembangkan pengetahuannya secara lebih lanjut. Pengetahuan awal tersebut oleh Piaget disebut dengan skemata. Skemata tersebut akan mengalami proses interaksi dengan pengetahuan baru yang dinamakan dengan proses asimilasi dan akomodasi (Baharuddin & Wahyuni, 2015; Thobroni, 2015).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, pembelajaran fisika yang telah dilaksanakan masih mengedepankan kepada aspek penguasaan konsep/pengetahuan, aspek keterampilan dan sikap ilmiah masih kurang dioptimalkan (Rany et al., 2020). Terlebih pada penguasaan teknologi, mahasiswa cenderung memiliki sikap hanya sebagai *user*. Pembelajaran fisika dalam memahami konsep fisika sering dilakukan dengan menggunakan metode penugasan dan latihan soal, sehingga memberikan dampak kurang menarik perhatian mahasiswa. Situasi tersebut semakin parah selama pandemi Corona Virus Disease-19 (Covid-19) dimana pembelajaran selalu dilakukan dengan menggunakan *e-learning*.

Adanya pembelajaran berbasis *online* menjadikan aspek pengetahuan menjadi hal yang paling utama dalam *output* pembelajaran fisika dan metode penugasan menjadi salah satu metode yang paling sering digunakan. Hal tersebut karena selama pandemi Covid-19, evaluasi secara afektif dan psikomotor cenderung sulit untuk dilakukan, sehingga evaluasi hanya dapat dilakukan secara kognitif (Hatabu et al., 2020).

Meninjau dari permasalahan pembelajaran fisika tersebut, mahasiswa seharusnya tidak hanya menguasai konsep atau pengetahuan, namun juga harus memiliki keterampilan dan sikap ilmiah yang baik, serta menguasai teknologi. Hal ini agar relevan dengan tujuan pembelajaran fisika menurut Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang tidak hanya mengedepankan aspek pengetahuan saja, tetapi juga sikap dan keterampilan. Tujuan tersebut dapat dicapai dengan menerapkan berbagai upaya, salah satunya yaitu dengan mengaplikasikan prinsip pembelajaran yang diperlukan dalam pembelajaran fisika.

Berbagai prinsip pembelajaran dapat digunakan, salah satunya yaitu prinsip konstruktivisme. Jumaat et al. (2017) menjelaskan bahwa konstruktivisme adalah prinsip yang memandang belajar sebagai proses mengkonstruksi pengetahuan berdasarkan pengalaman. Pembelajaran diselenggarakan secara induktif dengan memulai pembelajaran dengan menyajikan berbagai contoh

kasus, peristiwa, maupun situasi yang terjadi dalam kehidupan nyata. Selanjutnya, melalui contoh tersebut mahasiswa dapat menemukan teori yang merupa inti pelajaran.

Prinsip konstruktivisme sangat tepat untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika mengingat pendekatan tersebut sangat mendorong terbentuknya sikap ilmiah mahasiswa. Sikap ilmiah berupa rasa ingin tahu misalnya, melalui prinsip konstruktivisme, mahasiswa akan terdorong untuk menemukan ilmu pengetahuan secara mandiri, dimana dalam prosesnya sikap rasa ingin tahu mahasiswa juga akan ikut terbentuk. Hal tersebut sebagaimana disebutkan oleh **Voon dan Amran (2021)** yang menyatakan bahwa konstruktivisme merupakan paradigma yang membuka peluang besar bagi mahasiswa untuk mengkonstruksi pengetahuan yang efektif dimana mahasiswa membangun pengetahuan dan terus mengevaluasi dan meningkatkan pengetahuan.

Konstruksi pengetahuan yang dilakukan mahasiswa secara sadar dan mandiri diawali dari rasa ingin tahu mahasiswa yang tinggi akan materi yang dipelajarinya. Selain rasa ingin tahu, berbagai sikap ilmiah lain seperti disiplin, kerja sama, dan teliti (**Sukaesih, 2011**). Prinsip konstruktivisme dalam pembelajaran fisika salah satunya dapat dilakukan melalui pembelajaran yang berbasis *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics* (STEAM). Pembelajaran berbasis STEAM mengajarkan suatu topik tertentu dari berbagai sudut pandang, yaitu sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika.

Berbeda dengan pembelajaran STEM yang tidak mengakomodasi adanya aspek seni, pada pembelajaran STEAM aspek seni juga menjadi perhatian, sehingga pembelajaran menjadi lebih menyenangkan bagi mahasiswa. Pembelajaran yang menyenangkan tersebut juga berasal dari praktik pembelajaran STEM yang langsung mempelajari materi dengan menggunakan contoh nyata dalam kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran menjadi jauh lebih bermakna bagi mahasiswa sebagaimana yang disebutkan oleh **Nurhasanah dan Zalela (2021)**.

Penelitian tentang aplikasi prinsip STEAM dalam pembelajaran telah dilakukan oleh berbagai peneliti sebelumnya. Pertama yaitu oleh **Qomaria dan Wulandari (2022)** yang mengaplikasikan STEAM pada pembelajaran IPA di SMP An Nur Banyuates, Sampang, Madura dimana hasilnya dapat meningkatkan berbagai keterampilan kolaborasi siswa. Kedua yaitu penelitian oleh **Nasrah et al. (2021)** yang melakukan penerapan STEAM pada materi konsep energi terhadap siswa kelas IV SD Marendeng Marampa SD Pertiwi Makassar. Hasilnya menunjukkan bahwa hasil belajar siswa mengalami peningkatan yang signifikan.

Sejalan dengan itu, pada penelitian ketiga yang dilakukan oleh **Haderiah et al. (2022)** di kelas V SD Negeri 76 Pinrang, pengaplikasian STEAM juga dapat meningkatkan hasil belajar siswa hingga ketuntasan belajar siswa mencapai 80%. Keempat yaitu penelitian **Ahsani dan Nurhaliza (2021)** yang melaporkan bahwa penerapan STEAM mampu meningkatkan kreativitas siswa SD. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa sebagian besar pembelajaran STEAM diterapkan di sekolah dasar dan menengah. Akan tetapi, penerapannya dalam pendidikan tinggi belum banyak dilakukan. Meskipun begitu, bukan berarti tidak penting untuk menerapkan STEAM pada pendidikan tinggi karena lulusan dengan kemampuan STEM maupun STEAM akan menjadi prioritas dibandingkan yang tidak memiliki kemampuan tersebut (**Permanasari, 2016**).

Penerapan STEAM pada perguruan tinggi juga penting untuk dilakukan. Penerapan STEAM dalam penelitian **Wannapiroon dan Pimdee (2022)** menunjukkan bahwa penerapan STEAM pada mahasiswa Thailand mampu meningkatkan keterampilan kreativitas (*creativity*) dan inovasi (*innovation*) mahasiswa. Berbagai program studi pada perguruan tinggi di Indonesia juga telah menerapkan STEAM dalam pembelajaran, diantaranya ditunjukkan oleh berbagai hasil penelitian. Pertama yaitu Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Indraprasta PGRI yang mengintegrasikan STEAM dengan *Project-based Learning* (PjBL) dimana hasilnya dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah workshop matematika (**Ahmad et al., 2020**).

Kedua yaitu pada Program Studi PGSD Universitas Negeri Semarang yang hasilnya dapat meningkatkan kemampuan akademik mahasiswa (**Agry & Kartono, 2021**). Ketiga yaitu Program Profesi Guru (PPG) dalam jabatan Universitas Ahmad Dahlan pada Program Studi PAUD, hasil menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terkait aspek STEAM sangat baik, diantaranya yaitu pada aspek unsur, contoh, interpretasi, pembuktian, hingga pengembangan yang memanfaatkan

loose-part (Pramudyani & Indratno, 2022). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, implementasi STEAM dalam program studi pendidikan matematika belum pernah dilakukan.

Program studi pendidikan fisika merupakan program studi yang mempelajari ilmu fisika sebagai topik utama, sehingga penerapan pendekatan STEAM sangat tepat untuk dilakukan. Salah satu yang telah menerapkannya yaitu Program Studi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk menganalisis lebih lanjut tentang aplikasi pembelajaran STEAM pada Program Studi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga dimana dalam pelaksanaannya diketahui terdapat prinsip konstruktivisme yang diterapkan. Penelitian tersebut belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga sekaligus menjadi *novelty* dari penelitian ini.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif merupakan penelitian yang dilakukan dengan mengamati situasi yang ada secara apa adanya, tanpa memberikan perlakuan apapun terhadap objek yang diteliti. Posisi peneliti dalam penelitian ini yaitu sebagai instrumen kunci (*key instrument*), baik untuk merencanakan, mengambil data, menganalisis data, hingga melaporkan hasil penelitian (Creswell, 2014).

Penelitian dilakukan di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, yaitu pada Program Studi Pendidikan Fisika dalam kurun waktu 3 bulan, yaitu pada bulan September hingga November 2021. Penelitian ini dilakukan terhadap salah satu pembelajaran fisika yang menerapkan pembelajaran STEAM, diantaranya yaitu pada mahasiswa semester V Tahun Ajaran 2021/2022 yang mahasiswanya berjumlah 40 orang. Pemilihan narasumber penelitian tersebut dilakukan secara *purposive* sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu dengan memilih kelas yang menerapkan pembelajaran STEAM karena penelitian ini ingin mengetahui prinsip konstruktivisme yang diterapkan dalam pembelajaran STEAM.

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan melalui teknik observasi, wawancara, dan angket. Teknik observasi dilakukan dengan cara mengamati pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan kemudian mencatat poin-poin penting pada lembar catatan observasi untuk selanjutnya dianalisis. Mengingat pembelajaran dilakukan secara daring, maka pembelajaran yang dilakukan melalui *video conference* Zoom tersebut direkam dimana hasil rekaman selanjutnya dapat dianalisis sebagai data penelitian.

Teknik wawancara dilakukan dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan kepada narasumber berupa dosen pengampu mata kuliah serta mahasiswa. Wawancara dilakukan secara terstruktur dengan terlebih dahulu menyiapkan pedoman wawancara dan dilakukan pengembangan sesuai dengan kebutuhan penelitian dan jawaban yang disampaikan oleh narasumber. Teknik pengambilan data selanjutnya yaitu angket, dimana teknik ini dilakukan dengan menggunakan instrumen berupa lembar angket terbuka. Teknik ini dilakukan dengan cara memberikan angket kepada dosen dan mahasiswa untuk mendapatkan jawaban tentang pelaksanaan pembelajaran STEAM dan aspek konstruktivisme yang termuat dalam pembelajaran tersebut (Lodico et al., 2006).

Pengambilan data yang dilakukan dengan tiga teknik tersebut sekaligus digunakan sebagai triangulasi. Triangulasi merupakan upaya untuk mengecek keabsahan data. Triangulasi dapat dilakukan melalui berbagai cara, diantaranya yaitu triangulasi waktu, teknik, dan sumber. Adapun jenis triangulasi yang diterapkan pada penelitian ini merupakan triangulasi teknik. Triangulasi teknik dilakukan dengan menerapkan berbagai teknik penelitian, dimana hasil yang didapatkan dari salah satu teknik divalidasi kebenarannya menggunakan teknik-teknik yang lain.

Teknik triangulasi pada penelitian ini dilakukan dengan disesuaikan dengan hasil observasi dengan melakukan wawancara terhadap guru dan mahasiswa serta melihat jawaban yang dituliskan oleh dosen dan mahasiswa pada angket yang telah diberikan. Data yang dihasilkan selama penelitian dari ketiga teknik tersebut selaras, sehingga data yang dilaporkan dapat dinyatakan valid (Creswell, 2014).

Data yang telah didapatkan pada penelitian ini dianalisis menggunakan teknik analitik interaktif yang dikembangkan oleh Miles dan Huberman (1994). Teknik tersebut terdiri atas empat tahap, yaitu pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan penarikan simpulan (Sugiyono, 2013). Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan sebanyak-banyaknya data yang dimungkin-

kan mendukung tujuan penelitian. Meskipun begitu, setelah dianalisis, tidak semua data yang didapatkan mendukung penelitian. Maka dari itu, selanjutnya dilakukan reduksi data untuk memilih data-data yang dianggap penting. Data-data tersebut kemudian disajikan dalam bentuk pembahasan hasil penelitian untuk selanjutnya ditarik simpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstruktivisme telah menjadi model yang sangat relevan dalam pembelajaran fisika. Model ini menekankan pada aktivitas atau aktivitas yang berpusat pada mahasiswa. Proses penemuan konsep yang dilakukan oleh mahasiswa tidak hanya menggunakan satu aktivitas namun dengan berbagai variasi kegiatan, seperti kegiatan penemuan, penyelidikan, proyek, eksperimen, berkelompok, observasi, dan lain-lain. Kegiatan ini memberikan kesempatan lebih kepada Mahasiswa untuk memahami, menganalisis, menyimpulkan, menghasilkan suatu konsep atau ide.

Kegiatan ini menjadikan tujuan utama dalam pembelajaran konstruktivisme bahwa mahasiswa dengan melakukan berbagai aktivitas pembelajaran dapat menemukan konsep secara mandiri. [Sugrah \(2020\)](#), menyebutkan bahwa pengajaran konstruktivisme pada pembelajaran ditunjukkan dengan adanya partisipasi aktif dari mahasiswa yang terlibat dalam mengkonstruksian makna dan pengetahuan.

Prinsip dan Aplikasi Konstruktivisme dalam Pembelajaran STEAM

Pembelajaran dengan pendekatan STEAM merupakan pembelajaran yang komprehensif. Hal tersebut karena melalui pembelajaran ini, mahasiswa dilatih untuk melihat suatu topik atau permasalahan dari berbagai sudut pandang, yaitu dari bidang ilmu sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika. Berbagai sudut pandang keilmuan tersebut menjadikan pemahaman mahasiswa akan suatu topik menjadi utuh dan berkesinambungan. Mahasiswa juga akan membangun pemahaman bahwa antara berbagai keilmuan yang ada merupakan satu kesatuan yang tidak terpisah-pisah.

Antar keilmuan tersebut tidak berdiri sendiri, tetapi saling mendukung dan menyempurnakan. Berbagai hal yang tidak mampu dikerjakan oleh satu bidang ilmu, akan dilengkapi atau disempurnakan oleh berbagai bidang ilmu yang lain. Maka dari itu, pemahaman mahasiswa yang menganggap bahwa berbagai bidang ilmu yang ada merupakan suatu dikotomi dapat berangsur-angsur dikurangi. Hal tersebut didukung oleh [Haderiah et al. \(2022\)](#) yang menyatakan bahwa dalam pembelajaran STEAM terjadi integrasi keilmuan yang menjadikan topik pembelajaran menjadi lebih lengkap serta pemahaman mahasiswa akan suatu materi menjadi lebih komprehensif.

Pembelajaran STEAM juga mengajarkan bahwa materi yang diajarkan dalam bangku sekolah maupun kuliah merupakan keilmuan yang sangat dekat dan dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Sebelumnya, mahasiswa seringkali menganggap berbagai keilmuan yang cenderung konseptual seperti perhitungan matematis merupakan keilmuan yang hanya diperlukan dalam proses belajar mengajar di sekolah maupun universitas.

Padahal, sejatinya keilmuan tersebut akan terus digunakan untuk berbagai kebutuhan di masa mendatang ([Lotulung et al., 2018](#)). Melalui pembelajaran STEAM, mahasiswa akan memahami bahwa berbagai rumus matematika sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari untuk memecahkan berbagai persoalan yang dihadapi. Melalui pemahaman tersebut, diharapkan mahasiswa akan semakin termotivasi dalam mempelajari materi pelajaran, mengingat materi tersebut kelak akan dibutuhkan dalam kehidupan mendatang. Melalui pembelajaran STEAM pula, mahasiswa akan terus menerus mengasah kemampuan STEAM-nya dalam pembelajaran, sehingga mahasiswa akan memiliki kemampuan STEAM yang sangat dibutuhkan dalam menunjang kebutuhan kompetensi untuk menghadapi persaingan pada abad 21 ([Permanasari, 2016](#)).

Pembelajaran STEAM yang diajarkan pada Program Studi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga didasarkan pada permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang selaras dengan materi pembelajaran yang akan diajarkan. Pembelajaran yang didasarkan pada permasalahan tertentu merupakan salah satu karakteristik pembelajaran yang berprinsip konstruktivisme ([Baharuddin & Wahyuni, 2015](#)).

Proses belajar yang dilakukan pada pembelajaran STEAM juga selaras dengan proses belajar dalam prinsip konstruktivisme dimana belajar merupakan upaya membentuk makna dan pengetahuan baru. Makna dalam pembelajaran konstruktivisme didasarkan pada apa yang mahasiswa alami, rasakan, dengar, maupun apa yang telah mahasiswa inderakan, dimana makna tersebut akan dikaitkan dengan pengetahuan dan pengalaman terdahulu yang pernah diterima mahasiswa sehingga akan terbentuk pengetahuan baru (Thobroni, 2015). Hal tersebut sesuai dengan hasil observasi pada penelitian ini, dimana mahasiswa menganalisis aspek STEAM dari topik yang disediakan oleh dosen. Mahasiswa melakukan pencarian data lebih lanjut berdasarkan ide awal yang didapatkan dari pengetahuan dan pengalaman yang pernah diketahui dan dialami sebelumnya.

Pembelajaran berprinsip konstruktivisme juga dicirikan dengan adanya dorongan proses inkuiri yang ditunjukkan melalui kegiatan pengkajian literatur dan eksperimen (Thobroni, 2015). Ciri tersebut juga ditunjukkan dalam proses pembelajaran yang berbasis pendekatan STEAM dimana mahasiswa dalam mengkonstruksi aspek STEAM dalam pembelajaran tersebut tidak lepas dari kajian literatur melalui berbagai referensi seperti buku referensi tentang fisika, jurnal penelitian, prosiding hasil seminar, hingga website-website yang membahas tentang topik tersebut.

Selain pengkajian literatur, mahasiswa juga melakukan eksperimen yang dilakukan secara berulang kali. Eksperimen dilakukan dengan membuat *project* atau produk tertentu yang sesuai dengan topik yang disajikan. Pembuatan produk diawali dari mahasiswa melakukan diskusi tentang produk yang akan dibuat, melakukan perancangan produk, menata jadwal, mengumpulkan alat dan bahan yang digunakan untuk mengembangkan produk, merangkai produk, hingga menguji cobakan produk.

Uji coba produk hingga dapat terbentuk produk yang layak untuk digunakan berdasarkan wawancara terhadap mahasiswa membutuhkan waktu yang cukup lama. Meskipun begitu, eksperimen terus dilakukan hingga produk berhasil dibuat. Selama proses pembuatan, mahasiswa juga mengkonsultasikan hasil pekerjaannya kepada dosen, sehingga dosen mengetahui progress dari masing-masing kelompok. Proses konsultasi tersebut juga merupakan karakteristik pembelajaran konstruktivisme yang mendorong mahasiswa untuk bertanya maupun berinteraksi aktif dengan dosen (Thobroni, 2015).

Produk yang telah dinyatakan valid selanjutnya dipresentasikan dalam kegiatan belajar mengajar. Ketika salah satu kelompok menampilkan hasil pekerjaannya, mahasiswa yang lain memberikan tanggapan atas presentasi yang disampaikan oleh kelompok tersebut, baik berupa persetujuan, sanggahan, maupun pertanyaan. Melalui kegiatan presentasi dan tanya jawab tersebut, keilmuan setiap mahasiswa menjadi semakin kaya karena mendapatkan gambaran dari berbagai *project* yang dikerjakan oleh kelompok-kelompok lainnya (Gunawan et al., 2017). Setelah dilakukan tanya jawab, masing-masing kelompok akan mendapatkan evaluasi dan konfirmasi dari dosen pengampu. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sejalan dengan yang diimplementasikan oleh Mu'minah dan Suryaningsih (2020).

Manfaat Penerapan Prinsip Konstruktivisme melalui Pembelajaran STEAM

Pembelajaran fisika dengan prinsip konstruktivisme melalui pembelajaran STEAM telah diterapkan di UIN Sunan Kalijaga pada Program Studi Pendidikan Fisika. Berdasarkan wawancara terhadap dosen pengampu mata kuliah, diketahui bahwa penerapan konstruktivisme memiliki beberapa manfaat. Pertama adalah untuk mengaktifkan mahasiswa dalam pembelajaran. Hal tersebut sejalan dengan Bassham et al. (2011) yang menyatakan bahwa proses pembelajaran di perguruan tinggi melibatkan peran aktif mahasiswa dalam mengkonstruksi makna dan pengetahuan, dimana paradigma tersebut menekankan pada penemuan, eksperimen, dan masalah terbuka.

Sebelum penerapan pembelajaran STEAM, pembelajaran lebih didominasi oleh peran dosen pengampu. Padahal, seharusnya pembelajaran pada pendidikan tinggi harus didominasi oleh mahasiswa untuk aktif mengaplikasikan konsep ke dalam kehidupan sehari-hari sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Adapun setelah penerapan STEAM, mahasiswa menjadi lebih aktif dalam menyampaikan pendapatnya mengenai topik yang sedang dibicarakan. Melalui pembelajaran STEAM yang dirancang oleh mahasiswa secara mandiri, mahasiswa menjadi lebih aktif untuk menciptakan inovasi baru (Wannapiroon & Pimdee, 2022).

Manfaat kedua adalah untuk meningkatkan kemampuan komunikasi (*communication*) dan kerja sama (*cooperation*) mahasiswa. Manfaat tersebut sejalan dengan manfaat yang pertama. Melalui pembelajaran STEAM yang diterapkan, mahasiswa terbagi menjadi kelompok-kelompok. Seluruh anggota kelompok bekerja sama untuk menganalisis topik yang diangkat menjadi pembahasan yang dipandang dari lima aspek, yaitu sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika. Pembahasan tersebut menuntut mahasiswa untuk menyampaikan ide kepada forum kelompoknya serta menanggapi informasi atau ide yang disampaikan oleh anggota kelompok lain.

Kemampuan tersebut akan semakin terasah ketika mahasiswa menyampaikan hasil diskusi akhir di depan kelas, sehingga akan meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam berkomunikasi maupun bekerja sama dalam dan antar sesama anggota kelompok. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [Yustina dan Suwondo \(2015\)](#) bahwa pembelajaran dengan prinsip konstruktivisme dapat meningkatkan kemampuan interaksi sosial mahasiswa yang diwujudkan melalui kegiatan diskusi, bekerja dalam kelompok, mengungkapkan pendapat, dan sebagainya.

Manfaat ketiga adalah untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa. Pengajaran konstruktivis dapat mendorong motivasi, keterampilan berpikir kritis, dan pembelajaran mandiri mahasiswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan paradigma konstruktivisme menjadikan pembelajaran lebih aktif dan memotivasi mahasiswa untuk mengikuti pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi, mahasiswa lebih antusias dan aktif selama melakukan penyelidikan untuk menemukan sebuah konsep. Meskipun pembelajaran dilakukan secara daring, namun mahasiswa terlihat lebih antusias mengikuti kegiatan pembelajaran daripada hanya menggunakan metode konvensional. Hasil wawancara menghasilkan temuan bahwa mahasiswa lebih merasa tertarik dan tertantang dalam mengikuti pembelajaran yang mengharuskan mahasiswa untuk menemukan konsep secara mandiri.

Hal ini akan mendorong dan mengembangkan keterampilan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah, berpikir kreatif, berpikir kritis, dan melatih kepercayaan diri mahasiswa dalam menarik kesimpulan yang tepat. Hasil tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh [Marufi et al. \(2021\)](#) bahwa pembelajaran STEAM mampu meningkatkan kemampuan berpikir siswa sehingga memudahkan siswa untuk menemukan dan memahami suatu konsep. STEAM juga mengarahkan mahasiswa untuk memiliki keterampilan pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kolaborasi ([Yakman & Lee, 2012](#)).

Temuan tersebut relevan dengan hasil penelitian [Dewi dan Darsinah \(2021\)](#) yang menyatakan bahwa pembelajaran IPA berbasis konstruktivisme dapat secara langsung mengarahkan mahasiswa untuk secara aktif mengkonstruksi pengetahuannya sendiri, sehingga dapat mengembangkan kemampuan berpikir mahasiswa dan meningkatkan penguasaannya terhadap materi pembelajaran.

Selain itu, sikap ilmiah mahasiswa secara alami akan berkembang dengan model pembelajaran konstruktivis ([Saputro & Pakpahan, 2021](#)). Hasil kajian literatur bahwa pembelajaran yang berbasis konstruktivisme menekankan kepada dua hal yaitu kegiatan berbasis masalah dan kegiatan yang berbasis penyelidikan. Kegiatan ini diyakini lebih efektif dan efisien dalam mengembangkan kesadaran mahasiswa untuk membangun bangunan kognitifnya, dan diyakini mahasiswa akan dapat lebih memahami apa yang telah dipelajarinya.

Sebagaimana yang terjadi pada perkuliahan kalkulus diberbagai jurusan yang ada di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang misalnya, hasilnya dapat meningkatkan kemampuan koneksi matematika mahasiswa, yaitu kemampuan untuk mengkoneksikan antara topik matematika dengan bidang ilmu lain maupun dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu, juga untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematika mahasiswa dimana mahasiswa dapat menyederhanakan permasalahan kompleks matematika ([Khairani et al., 2018](#)).

Hasil observasi dan wawancara juga menunjukkan bahwa kegiatan penyelidikan dan observasi memberikan dampak positif bagi mahasiswa. Kegiatan observasi dan penyelidikan menjadikan mahasiswa lebih percaya diri dalam menyampaikan konsep yang telah didapatkan, lebih mudah memahami sebuah konsep, dan dapat mengembangkan keterampilan berpikir lebih baik. Hal tersebut karena mahasiswa menemukan informasi secara mandiri dan berusaha semaksimal mungkin

agar dapat memahami konsep tersebut karena nantinya mahasiswa bertanggung jawab untuk menyampaikannya kepada teman-temannya.

Hal ini berbeda dengan pembelajaran secara konvensional melalui pemberian ceramah dari dosen kepada mahasiswa dimana konsep ditransfer langsung kepada mahasiswa tanpa melalui tahap penyelidikan dan observasi. Hasil tersebut didukung oleh [Dewi dan Darsinah \(2021\)](#) yang menyebutkan bahwa pembelajaran sains berbasis konstruktivisme dapat mengembangkan kemampuan berpikir mahasiswa, meningkatkan penguasaan materi pembelajaran, dan dapat menumbuhkan sikap ilmiah yang secara tidak langsung akan mempengaruhi sikap mahasiswa terhadap pemecahan masalah yang ada di lingkungannya. Sikap ilmiah sangat penting dalam interaksi sosial, ilmu pengetahuan, dan teknologi.

Manfaat keempat, yaitu dapat meningkatkan sikap sains mahasiswa. Melalui pembelajaran STEAM, mahasiswa akan dilibatkan dalam kegiatan pembelajaran secara aktif. Mahasiswa tidak disajikan dengan materi secara menyeluruh, tetapi distimulasi dengan permasalahan dan situasi dalam kehidupan sehari-hari yang menuntut mahasiswa untuk berpikir tentang aspek-aspek STEAM yang terkait dengan topik tersebut. Oleh karena itu, mahasiswa akan terstimulasi sikap sainsnya berupa rasa ingin tahu. Mahasiswa kemudian menindaklanjuti keingin tahunya tersebut dengan melakukan pencarian lebih lanjut melalui studi literatur serta melakukan eksperimen untuk pembuatan produk. Melalui aktivitas tersebut, akan terbentuk sikap kerja keras dan tanggung jawab mahasiswa untuk menyelesaikan tugasnya, dimana biasanya dalam suatu kelompok terdapat pembagian tugas yang berbeda-beda.

Melalui diskusi dalam kelompok maupun antar kelompok dalam pembelajaran STEAM, mahasiswa juga dilatih untuk berpikiran terbuka dalam menerima pendapat orang lain. Mahasiswa juga diajarkan untuk bersikap jujur dan teliti, utamanya dalam melakukan eksperimen dimana data yang disajikan benar-benar merupakan data yang didapatkan selama eksperimen dilakukan. Hasil tersebut sejalan dengan yang diungkapkan oleh bahwa pembelajaran STEAM mampu melatih sikap ilmiah mahasiswa berupa rasa ingin tahu, teliti, tanggung jawab, dan kerja keras ([Sukaesih, 2011](#); [Yustina et al., 2016](#); [Yustina & Suwondo, 2015](#)).

Kendala Penerapan Prinsip Konstruktivisme melalui Pembelajaran STEAM

Penerapan prinsip konstruktivisme melalui pembelajaran STEAM memiliki beberapa manfaat, tetapi di sisi lain juga terdapat banyak kendala. Berdasarkan hasil analisis terhadap berbagai teknik pengumpulan data yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa kendalanya yaitu membutuhkan waktu yang cukup panjang.

Salah satu tuntutan dalam kegiatan pembelajaran STEAM yang diterapkan pada Program Studi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga ialah mahasiswa mampu memandang topik yang disajikan dari sudut pandang STEAM. Selain itu, mahasiswa diharapkan juga menghasilkan produk tertentu yang mendukung. Pembuatan produk tersebut membutuhkan waktu yang cukup panjang, yaitu kurang lebih satu semester.

Kendala tersebut juga sebagaimana diungkapkan oleh [Nurhikmayati \(2019\)](#) dimana implementasi pembelajaran STEAM membutuhkan waktu yang lama. Pengimplementasian paling singkat (level 1) setidaknya-tidaknya membutuhkan waktu 2-6 pertemuan sementara yang paling lama (level 3) setidaknya membutuhkan waktu 5-6 bulan. Oleh karena itu, pengimplementasian pembelajaran STEAM dilakukan dalam rentang waktu yang lama, dimana dalam kegiatan pembelajaran sehari-hari dapat digunakan untuk berdiskusi maupun berkonsultasi dengan dosen, dimana pada akhir perkuliahan terdapat *project* akhir yang dibuat.

SIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEAM yang dilakukan telah menerapkan prinsip-prinsip konstruktivisme seperti menggunakan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari untuk menstimulasi proses belajar kemudian mahasiswa memunculkan berbagai inovasi, adanya proses inkuiri melalui pengkajian dan eksperimen yang meluaskan pengetahuan mahasiswa dan menciptakan berbagai produk baru, ada dorongan untuk bertanya dan berinteraksi dengan dosen untuk melakukan konsultasi, hingga memberikan peluang kepada mahasiswa untuk mengaitkan

pengetahuan yang dipelajari dengan skemata sehingga ditemukan pengetahuan baru. Pembelajaran STEAM memberikan kontribusi yang besar terhadap perkembangan kemampuan berpikir mahasiswa, diantaranya yaitu mengaktifkan mahasiswa, meningkatkan kemampuan komunikasi dan kerja sama, meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, serta mengembangkan sikap ilmiah mahasiswa. Meskipun begitu, pembelajaran STEAM juga memiliki kendala, diantaranya yaitu membutuhkan waktu pembelajaran yang cukup lama dimana dalam penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu tiga bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agry, F. P., & Kartono, K. (2021). Implementasi untuk model STEAM (Sains, Technology, Engineering, Art, and Mathematic): Pembelajaran matematika untuk mahasiswa pendidikan guru sekolah dasar. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Universitas Negeri Semarang*, 126–129. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpsasca/article/view/834>
- Ahmad, D. N., Astriani, M. M., & Alfahnum, M. (2020). Analisis mengukur kemampuan berpikir kritis melalui pembelajaran menggunakan metode STEAM-PjBL. *Prosiding Seminar Nasional Dan Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika Universitas Indraprasta PGRI*, 331–336. <https://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/DPNPMunindra/article/view/4755>
- Ahsani, E. L. F., & Nurhaliza, Y. A. (2021). Penerapan Pembelajaran STEAM untuk mengembangkan kreativitas siswa sekolah dasar di daerah terluar terdepan tertinggal Indonesia. *Al Hikmah: Journal of Education*, 2(1), 91–100. <https://doi.org/10.54168/ahje.v2i1.41>
- Anafidah, A., Sarwanto, S., & Masykuri, M. (2018). Pengembangan modul fisika berbasis CTL (Contextual Teaching and Learning) pada materi dinamika partikel untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas X SMAN 1 Ngawi. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 6(3), 29–40. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v6i3.17834>
- Baharuddin, B., & Wahyuni, E. N. (2015). *Teori belajar dan pembelajaran*. Ar-Ruzz Media.
- Bassham, G., Irwin, W., Nardone, H., & Wallace, J. M. (2011). *Critical thinking : A student's introduction* (4th ed.). McGraw-Hill. http://e-library.bem-unsoed.com/wp-content/uploads/2019/07/Students_Guide_to_Critical_Thinking.pdf
- Creswell, J. W. (2014). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publication. https://fe.unj.ac.id/wp-content/uploads/2019/08/Research-Design_Qualitative-Quantitative-and-Mixed-Methods-Approaches.pdf
- Dewi, L., & Darsinah, D. (2021). Implementasi pembelajaran IPA berbasis konstruktivisme dalam menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik. *Jurnal Pendidikan Dan Sains Lentera Arfak (JPSLA)*, 1(1), 41–46. <https://docplayer.info/228193039-Implementasi-pembelajaran-ipa-berbasis-konstruktivisme-dalam-menumbuhkan-sikap-ilmiah-peserta-didik.html>
- Gunawan, G., Sahidu, H., Harjono, A., & Suranti, N. M. Y. (2017). Efektivitas penerapan model project based learning berbantuan media virtual terhadap kreativitas fisika peserta didik. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 36(2), 167–179. <https://doi.org/10.21831/cp.v36i2.13514>
- Haderiah, H., Hasan, K., & Alamsyah, H. (2022). Penerapan pendekatan STEAM dalam meningkatkan hasil belajar IPA siswa kelas V sekolah dasar. *Pinisi Journal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 2(1), 165–172. <https://ojs.unm.ac.id/pjp/article/view/30041>
- Hanna, D., Sutarto Sutarto, & Harijanto, A. (2016). Model pembelajaran tema konsep disertai media gambar pada pembelajaran fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(1), 23–29. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/3558>
- Hatabu, A., Mao, X., Zhou, Y., Kawashita, N., Wen, Z., Ueda, M., Takagi, T., & Tian, Y.-S. (2020). Knowledge, attitudes, and practices toward COVID-19 among university students in Japan

- and associated factors: An online cross-sectional survey. *PLOS ONE*, 15(12), e0244350. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244350>
- Jumaat, N. F., Tasir, Z., Halim, N. D. A., & Ashari, Z. M. (2017). Project-based learning from constructivism point of view. *Advanced Science Letters*, 23(8), 7904–7906. <https://doi.org/10.1166/asl.2017.9605>
- Khairani, K., Mukhni, M., & Aini, F. Q. (2018). Pembelajaran berbasis STEM dalam perkuliahan kalkulus di perguruan tinggi. *UJMES (Uninus Journal of Mathematics Education and Science)*, 3(2), 104–111. <https://doi.org/10.30999/ujmes.v3i2.544>
- Lodico, M. G., Spaulding, D. T., & Voegtle, K. H. (2006). *Methods in educational research: From theory to practice*. John Wiley & Sons. http://stikespanritahusada.ac.id/wp-content/uploads/2017/04/Marguerite_G_Lodico_Dean_T_Spaulding_KatherinBookFi.pdf
- Lotulung, C. F., Ibrahim, N., & Tumurang, H. (2018). Effectiveness of learning method Contextual Teaching Learning (CTL) for increasing learning outcomes of entrepreneurship education. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 17(3), 37–46. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1184198.pdf>
- Marufi, M., Ilyas, M., Winahyu, W., & Ikram, M. (2021). An implementation of ethno-STEM to enhance conceptual understanding. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 35–44. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i1.7834>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis* (2nd ed.). SAGE Publication. <https://vivauniversity.files.wordpress.com/2013/11/milesandhuberman1994.pdf>
- Mu'minah, I. H., & Suryaningsih, Y. (2020). Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) dalam pembelajaran abad 21. *BIO EDUCATIO : (The Journal of Science and Biology Education)*, 5(1), 65–73. <https://doi.org/10.31949/be.v5i1.2105>
- Nasrah, N., Amir, R. H., & Purwanti, Y. R. (2021). Efektivitas model pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) pada siswa kelas IV SD. *JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar)*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.26618/jkpd.v6i1.4166>
- Nurhasanah, A., & Zalela, Z. (2021). Penerapan pembelajaran inovatif STEAM di sekolah dasar. *JIKAP PGSD: Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan*, 5(2), 204–211. <https://doi.org/10.26858/jkp.v5i2.20309>
- Nurhikmayati, I. (2019). Implementasi STEAM Dalam pembelajaran matematika. *Didactical Mathematics*, 1(2), 41–50. <https://doi.org/10.31949/dmj.v1i2.1508>
- Permanasari, A. (2016). STEM education : Inovasi dalam pembelajaran sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains 2016*, 23–34. <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/snps/article/viewFile/9810/7245>
- Pramudyan, A. V. R., & Indratno, T. K. (2022). Pemahaman Science, Technology, Engineering, Art dan Mathematic (STEAM) pada calon guru PAUD. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(5), 4077–4088. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i5.2261>
- Qomaria, N., & Wulandari, A. Y. R. (2022). Pengembangan keterampilan kolaboratif siswa melalui pembelajaran dengan pendekatan ethno-STEAM project konteks pesapean. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 1306–1318. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i2.4586>
- Rany, T. D., Kuswanto, H., & Abdillah, A. J. (2020). Development of physics-based learning media for android integrated with earthquake disaster education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 012029. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012029>

- Saputro, M. N. A., & Pakpahan, P. L. (2021). Mengukur keefektifan teori konstruktivisme dalam pembelajaran. *Journal of Education and Instruction (JOEAI)*, 4(1), 24–39. <https://doi.org/10.31539/joeai.v4i1.2151>
- Sugiyono, S. (2013). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R & D* (17th ed.). Alfabeta.
- Sugrah, N. U. (2020). Implementasi teori belajar konstruktivisme dalam pembelajaran sains. *HUMANIKA*, 19(2), 121–138. <https://doi.org/10.21831/hum.v19i2.29274>
- Sukaesih, S. (2011). Analisis sikap ilmiah dan tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis praktikum. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 28(1), 77–85. <https://doi.org/10.15294/jpp.v28i1.5628>
- Thobroni, M. (2015). *Belajar dan pembelajaran : Teori dan praktik*. Ar-Ruzz Media.
- Voon, S. H., & Amran, M. S. (2021). *Pengaplikasian teori pembelajaran konstruktivisme dalam pembelajaran matematik* (pp. 421–438). Universiti Sains Islam Malaysia. [https://oarep.usim.edu.my/jspui/bitstream/123456789/18040/1/Pengaplikasian Teori Pembelajaran Konstruktivisme Dalam Pembelajaran Matematik.pdf](https://oarep.usim.edu.my/jspui/bitstream/123456789/18040/1/Pengaplikasian%20Teori%20Pembelajaran%20Konstruktivisme%20Dalam%20Pembelajaran%20Matematik.pdf)
- Wannapiroon, N., & Pimdee, P. (2022). Thai undergraduate Science, Technology, Engineering, Arts, and Math (STEAM) creative thinking and innovation skill development: A conceptual model using a digital virtual classroom learning environment. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5689–5716. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10849-w>
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072–1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>
- Yustina, Y., & Suwondo, S. (2015). Sikap ilmiah dan kreativitas produk pada isu lingkungan melalui pembelajaran berbasis proyek. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 48. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v8i2.3876>
- Yustina, Y., Suwondo, S., & Handayani, O. (2016). Profil hasil belajar dan sikap ilmiah tema pencegahan kebakaran lahan dan hutan berbasis pendekatan konstruktivisme. *Jurnal Biogenesis*, 13(2), 115–122. <https://doi.org/10.31258/biogenesis.13.2.115-122>