

## DAMPAK MODEL PEMBELAJARAN STEAM-2C TERINTEGRASI PjBL DALAM PEMBELAJARAN IPA

I. Kusumawati<sup>1</sup>, P. Marwoto<sup>1\*</sup>, A. Rusilowati<sup>1</sup>, W. Sumarni<sup>1</sup>, A. Mursidi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Semarang, Semarang

<sup>2</sup>STKIP Singkawang, Singkawang

\*Email korespondensi: [pmarwoto@mail.unnes.ac.id](mailto:pmarwoto@mail.unnes.ac.id).

### ABSTRAK

Model *Project Based Learning* (PjBL) berorientasi pada pembelajaran dengan *output* menghasilkan suatu produk, dan STEAM-2C (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics, Culture, Communication*) *embedded* dengan model PjBL. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi model PjBL dalam pembelajaran IPA. Metode penelitian ini berupa kualitatif yang datanya diperoleh dari 30 pertanyaan terbuka dan wawancara terhadap mahasiswa. Penelitian ini menggunakan instrumen yang valid melalui penilaian validitas isi oleh tiga validator dalam *Forum Group Discussion* (FGD), dan pengukuran tiga rater melalui rumus Gregory dengan perolehan  $KV = 1$ ; instrumen juga dinyatakan reliabel dengan persetujuan validator melalui rumus Cohen Kappa (K) dan uji coba pada siswa. Ditemukan bahwa model STEAM-2C terintegrasi PjBL dinilai sangat baik dari unsur minat, kegunaan, kelayakan, kebaruan, keunikan. Simpulan, dampak model pembelajaran STEAM-2C ini mengarah pada motivasi belajar, literasi sains, *Higher Order Thinking skills* (HOTS), dan TPACK mahasiswa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya.

**Kata kunci:** Pembelajaran IPA; PjBL; STEAM; TPACK

## PENDAHULUAN

Model *Project Based Learning* (PjBL) sudah banyak digunakan (Ardianti dkk., 2017; Syakur dkk, 2020; Rahardjanto, 2019; Suherman dkk., 2020). Namun belum pernah ada penelitian yang menjelaskan bagaimana model PjBL dilakukan dalam pembelajaran yang secara khusus dilakukan melalui sintaks model pembelajaran STEAM-2C (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics, Culture, dan Communication*) yang dikembangkan yang berdampak pada pembelajaran IPA. Dampak yang terjadi dikaji dalam penelitian ini untuk mendeskripsikan secara mendalam dampak apa saja yang muncul dari pembelajaran dengan model pembelajaran STEAM-2C yang terintegrasi dengan model PjBL dalam pembelajaran IPA. Integrasi STEM dan PjBL dalam pembelajaran IPA telah diteliti pada penelitian sebelumnya (Jauhariyyah, 2017), pembelajaran STEM-PjBL juga memiliki pengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif (Kristiani, 2017).

STEAM-2C ini merupakan hasil koneksi antara STEAM dengan *Culture* dan *Communication*. *Culture* yang merupakan budaya masyarakat yang mengarah pada potensi alam (*Naturalist*) memiliki koneksi terhadap *naturalist intelligence*, dan *Communication* memiliki koneksi terhadap *linguistic intelligence* dan *verbal representation*, sedangkan *interpersonal intelligence* terkoneksi dengan interaksi suatu kelompok masyarakat (*Society*) dalam penyelesaian suatu masalah. Namun, dalam penelitian ini hanya *Culture* dan *Communication* yang dikoneksikan terhadap STEAM menjadi STEAM-2C untuk dideskripsikan dampaknya dari pembelajaran IPA. STEAM-2C mengacu pada produk yang dikembangkan dalam implementasi model PjBL. Hal ini dilakukan untuk memberikan gambaran yang nyata tentang proses pembelajaran yang dilakukan khususnya dalam menghasilkan produk. Model PjBL terintegrasi STEAM-2C juga dapat diterapkan untuk mengeksplorasi TPACK mahasiswa. TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) berfokus pada bagaimana calon guru yang dalam penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan guru menguasai teknologi, pedagogi, materi, dan kombinasinya (Mutiani dkk., 2021; Tseng dkk., 2020; Tanak, 2020; Ozgur, 2020). Namun dalam mengeksplorasinya diperlukan suatu instrumen yang dapat mendukung penemuan informasi tersebut, sehingga perlu dilakukan pengukuran validitas dan reliabilitas instrumen tersebut.

Validitas adalah tingkat keakuratan dengan membandingkan data yang ditemukan dari objek penelitian dengan hasil data yang dilaporkan oleh peneliti (Sugiyono, 2015; Matondang, 2009; Suryabrata, 2000), akurat atau hasil pengukuran sesuai dengan data yang sebenarnya (Azwar, 2012). Validitas terdiri dari validitas isi, validitas konstruk dan validitas terkait kriteria (Bull, 2019; Cevik dan Senturk, 2019). Dalam penelitian ini validitas yang diuji berupa validitas isi, validitas isi adalah validitas yang diperkirakan melalui pengujian kelayakan atau uji relevansi isi melalui analisis rasional oleh panel yang kompeten atau *expert judgement* (Morad dkk., 2021; Amoretti dkk., 2019). Validitas isi dapat digunakan untuk mengukur kualitas instrumen model pembelajaran STEAM-2C dengan pendekatan TPACK pada pembelajaran IPA. Validitas penelitian ini dapat dilakukan dengan mengukur kelayakan instrumen yang akan digunakan dalam penerapan model pembelajaran dalam memperoleh data penelitian. Instrumen yang digunakan berupa angket terbuka dan lembar wawancara terbuka adalah pertanyaan yang memiliki banyak jawaban benar dan juga memiliki banyak cara untuk menyelesaikannya, sehingga siswa dituntut untuk dapat berpikir lebih cerdas dan juga dituntut dalam memunculkan kreativitas dalam menjawab pertanyaan. Hal ini menjelaskan bahwa penggunaan angket terbuka dapat memberikan kebebasan bagi informan dalam menyampaikan pemikirannya dari pengalaman, pemahaman, dan kecerdasannya terhadap permasalahan yang dihadapinya, *open-ended* merupakan bagian dari pengukuran TPACK (Kurniawan dkk, 2018; Yaddanapudi, S., & Yaddanapudi, L.N, 2019), dijelaskan bahwa salah satu cara untuk mengukur kompetensi

TPACK dapat dilakukan dengan metode *open-ended questionnaire*. Kuesioner terbuka ini dilakukan dengan cara menyampaikan secara lisan isi pertanyaan dan dijawab secara tertulis oleh responden (Sizoo dkk., 2020; Dunlop dkk., 2020). Kuesioner terbuka ini dapat mengeksplorasi pemikiran tentang sesuatu yang ingin diteliti. Demikian pula melalui wawancara, meskipun cara pengungkapan dan aspek atau indikator yang dianalisis berbeda. Namun keduanya memiliki kesamaan yaitu menggali data yang akan diteliti sesuai dengan indikator yang ditetapkan untuk sumber atau subjek penelitian.

Wawancara mendalam adalah ciri khas penelitian kualitatif. Wawancara adalah cara sistematis untuk memperoleh informasi berupa pernyataan lisan tentang suatu objek atau peristiwa di masa lalu, sekarang, dan masa depan (Ross dkk., 2019; Pujaastawa, 2016). Wawancara dibagi menjadi dua yaitu wawancara bebas dan wawancara terstruktur (Willis, 2019). Penelitian ini menggunakan wawancara terstruktur yang dianggap mampu menggali secara mendalam data yang akan diteliti yang dalam hal ini berkaitan dengan tanggapan partisipan atau responden terhadap penerapan model pembelajaran STEAM-2C dalam pembelajaran IPA. Model pembelajaran STEAM-2C *embedded* dengan Ethno-STEAM dan terintegrasi dengan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Model PjBL bersifat *product-oriented* atau *framework* (Dogara dkk., 2020). Model pembelajaran ini diupayakan untuk meningkatkan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) (Niswara, 2019; Santoso dkk, 2021), yang termasuk dalam ranah kognitif Bloom level 4 (menganalisis), level 5 (mengevaluasi), level 6 (menciptakan).

Pembelajaran melalui model PjBL telah banyak dipelajari untuk meningkatkan HOTS dan TPACK, namun model PjBL yang terintegrasi dengan STEAM-2C belum pernah dipelajari bagaimana dampaknya terhadap TPACK dan HOTS. STEAM-2C yang menggabungkan Budaya dan Komunikasi diharapkan menjadi kompleks dalam memperkuat konektivitas pengetahuan lintas disiplin ilmu (STEAM). Dengan demikian diharapkan model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL dapat memberikan dampak positif terhadap pembelajaran IPA, sehingga perlu mengkaji lebih dalam dampak model pembelajaran yang dikembangkan ini melalui perancangan sintaks pembelajaran dan perangkat pengembangan model pembelajaran yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya dalam penelitian ini. Serangkaian langkah atau sintaks untuk perancangan model pembelajaran STEAM-2C yang diintegrasikan dengan model PjBL, kemudian dianalisis validitas dan reliabilitasnya untuk mengetahui kelayakan instrumen dan model pembelajaran yang diterapkan di lapangan dalam skala yang lebih besar.

Berdasarkan uraian tersebut, pertanyaan penelitian adalah bagaimana dampak model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL dalam pembelajaran IPA. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak model pembelajaran STEAM-2C yang diintegrasikan dengan PjBL dalam pembelajaran IPA. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dan wawasan mengenai model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL dalam pembelajaran IPA pada penelitian selanjutnya.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian kualitatif dengan desain penelitian survei digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini menggunakan *purposive sampling*, pertimbangan pemilihan validator dalam penelitian ini dilihat dari segi keahliannya atau ahli dalam bidang tertentu, validator ada 3 (tiga), yaitu validator pertama dianggap sebagai ahli TPACK, validator kedua dianggap ahli dalam teknologi pembelajaran *online* (pembelajaran virtual), dan validator ketiga dianggap ahli dalam STEM/STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics*). Instrumen \dalam penelitian ini diisi atau data dikumpulkan melalui lembar validitas isi berupa angket terbuka; sedangkan lembar validitas isi lainnya digunakan untuk mengukur respon siswa atau responden

terhadap penerapan model pembelajaran ini yang dianalisis dari pedoman wawancara, dan angket atau lembar wawancara. Dalam penelitian ini, ketiga ahli tersebut mengisi dua jenis lembar instrumen validitas isi. Pengukuran hasil validitas isi ini dilakukan secara *online* melalui aplikasi *Google meeting (Google Meet)* dengan validator.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan angket, dengan instrumen penelitian berupa angket, yaitu lembar validitas isi angket terbuka tentang penguasaan/hasil penerapan model pembelajaran STEAM-2C, dan lembar validitas isi pada lembar wawancara penerapan model pembelajaran STEAM-2C. Kuesioner terbuka ini berisi 30 pertanyaan yang dijawab secara tertulis melalui kuesioner yang telah disediakan. Kuesioner ini berkaitan dengan setiap elemen/komponen kompetensi TPACK yang terintegrasi dengan model pembelajaran *online* STEAM-2C dengan pendekatan TPACK. Instrumen lainnya berupa lembar wawancara, lembar ini mengarah pada respon calon guru terhadap penerapan model pembelajaran STEAM-2C dengan pendekatan TPACK dalam Pembelajaran IPA. Wawancara dilakukan secara terstruktur (wawancara tertutup). Namun angket terbuka dan lembar wawancara ini perlu divalidasi terlebih dahulu sebelum diimplementasikan pada responden atau subjek penelitian, yang dalam hal ini mengumpulkan data dari implementasi model pembelajaran STEAM-2C dengan pendekatan TPACK. Validitas isi instrumen yang akan diukur/digali informasinya sehingga instrumen tersebut dapat memiliki tingkat kepercayaan dan dapat dinyatakan *valid*. Dalam penelitian ini, sistem validitas isi dilakukan melalui Forum Diskusi Kelompok (FGD) untuk menganalisis instrumen dimulai dari kisi-kisi kemudian lembar instrumen yang digunakan yang datanya dicatat pada lembar validitas isi. Penelitian ini memasukkan 15 pernyataan pada lembar validitas isi untuk setiap kategori instrumen penelitian, yaitu angket terbuka dan lembar wawancara.



Gambar 1. Tahapan dalam penelitian

Instrumen berupa angket terbuka yang terdiri dari dimensi langkah pembelajaran atau sintaks model pembelajaran STEAM-2C yang terdiri dari 8 langkah pembelajaran, sedangkan indikatornya adalah 9 indikator. Kesembilan indikator tersebut meliputi: kemampuan menguasai pembelajaran pedagogi; kemampuan menyajikan materi; kemampuan untuk menggunakan berbagai teknologi; kemampuan menguasai teknologi; kemampuan mengelola perangkat pembelajaran; kemampuan menguasai materi; kemampuan mengajarkan materi kepada siswa; kemampuan menguasai keterpaduan materi, penyajian dan penggunaan teknologi; dan kemampuan menggunakan teknologi tepat guna untuk mencapai tujuan pedagogis pembelajaran. Instrumen lembar wawancara terdiri dari 5 dimensi yaitu minat, kegunaan, kelayakan, kebaruan, dan keunikan. Dimensi-dimensi tersebut kemudian dijabarkan ke dalam 10 indikator, yang terdiri dari eksplorasi minat, eksplorasi perasaan, eksplorasi HOTS dari STEAM-2C, eksplorasi kompetensi TPACK, eksplorasi kemudahan aplikasi, persepsi kelayakan dalam aplikasi, inovasi baru/belum ditemukan, belum pernah dilakukan sebelumnya,

berbeda dengan pembelajaran lainnya, dan keterkaitan model pembelajaran STEAM dan *Project Based Learning* (PjBL). Proses penelitian dapat dilihat melalui diagram alir pada Gambar 1.

Pengisian instrumen dilakukan dengan memberikan *checklist* pada kolom yang sesuai dengan menggunakan skala likert 1-4. Hasil yang diperoleh kemudian diolah menggunakan rumus *Gregory* untuk tiga asesor/ahli/ahli (tiga validator) seperti pada langkah berikut, dengan sedikit modifikasi.

1. Hasil penilaian ahli ditabulasikan dalam bentuk matriks Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Penilaian Pakar/Pakar (Validator)

Penilai 1		Penilai 2		Penilai 3	
Kurang Relevan Skor (1-2)	Sangat Relevan (Skor 3-4)	Kurang Relevan Skor (1-2)	Sangat Relevan (Skor 3-4)	Kurang Relevan (Skor 1-2)	Sangat Relevan (Skor 3-4)
0	30	0	30	0	30

2. Tabulasi silang dua validator dibuat sebagai berikut.

**Tabel 2 (a)** Tabulasi Silang untuk Penilai 1 dan Penilai 2

		Penilai 1	
		Kurang Relevan (Skor 1-2)	Sangat Relevan (Skor 3-4)
Penilai 2	Kurang Relevan Skor (1-2)	(A) 0	(B) 0
	Sangat Relevan (Skor 3-4)	(C) 0	(D) 30

**Tabel 2 (b)** Tabulasi Silang untuk Penilai 1 dan 3

		Penilai 1	
		Kurang Relevan (Skor 1-2)	Sangat Relevan (Skor 3-4)
Penilai 3	Kurang Relevan Skor (1-2)	(A) 0	(B) 0
	Sangat Relevan (Skor 3-4)	(C) 0	(D) 30

**Tabel 2 (c)** Tabulasi Silang untuk Penilai 2 dan 3

		Penilai 2	
		Kurang Relevan (Skor 1-2)	Sangat Relevan (Skor 3-4)
Penilai 3	Kurang Relevan Skor (1-2)	(A) 0	(B) 0
	Sangat Relevan (Skor 3-4)	(C) 0	(D) 30

Validitas isi dihitung dengan menggunakan rumus *Gregory* sebagai berikut.

$$\text{Validitas Isi} = \frac{D}{A+B+C+D} \quad (1)$$

Keterangan:

A = ketidaksepakatan antara dua penilai

B dan C = perbedaan pandangan antara penilai pertama dan kedua (penilai pertama setuju, penilai kedua tidak setuju, atau sebaliknya)

D = kesepakatan yang sah antara kedua asesor/validator (juri)

Hal yang sama juga dilakukan pada validasi instrumen wawancara, dimana skor yang diperoleh untuk kedua evaluator berada pada kolom Sangat Relevan (3-4) dengan 10 buah

pertanyaan. Selanjutnya juga dilakukan perhitungan yang menggunakan persamaan (1), sehingga diperoleh hasil dari validitas isi berdasarkan penilaian ketiga validator pada instrumen penelitian yang digunakan dalam model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL dalam pembelajaran IPA.

Jika *Content Validity Coefficient* (KVI) yang diperoleh melalui perhitungan lebih dari 1 (satu) lebih besar dari KVI yang dipersyaratkan, yaitu 0,9 maka instrumen tersebut dapat diuji lebih lanjut atau dapat digunakan dalam pengumpulan data penelitian, sebaliknya jika KVI yang diperoleh melalui perhitungan dari jumlah penilai yang lebih sedikit menunjukkan hasil KVI yang lebih besar dari KVI yang dipersyaratkan, maka instrumen tersebut tidak layak untuk pengujian lebih lanjut atau diperlukan revisi besar-besaran sehingga dapat divalidasi ulang (Azwar, 2012). Artinya, jika instrumen tersebut dinyatakan valid, maka dapat dilanjutkan dengan mengukur reliabilitas instrumen tersebut.

Reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan *Cohen Kappa* (K). *Cohen Kappa* (K) didefinisikan sebagai ukuran reliabilitas yang menyatakan konsistensi pengukuran oleh dua orang penilai dan dapat juga digunakan untuk mengukur konsistensi dua alat ukur. Rumus perhitungan koefisien *Kappa* adalah sebagai berikut (2).

$$K = \frac{Pr(a) - Pr(e)}{1 - Pr(e)} \quad (2)$$

Keterangan:

*K* = Koefisien *Cohen Kappa*

*Pr(a)* = Jumlah Perjanjian (kesepakatan yang diamati sebenarnya)

*Pra)* = Jumlah Perjanjian Peluang

Dalam penelitian ini, setelah memperoleh hasil dari persamaan (2), tingkat reliabilitas siswa dikelompokkan menggunakan **Tabel 3**.

**Tabel 3 . Interpretasi Koefisien Cohen Kappa (K)**

Nilai Koefisien Kappa	Tingkat Reliabilitas	Persentase Reliabilitas
0 – 0.2	Tidak ada	0 – 4%
0.2 – 0.39	Minimal	4 – 15%
0.40 – 0.59	Lemah	15 – 35%
0.60 – 0.79	Sedang	36 – 63%
0.8 – 0.9	Kuat	64 – 81%
Di atas 0.9	Sangat Kuat	82 – 100%

Setelah menemukan kategori yang sesuai dengan hasil perhitungan *Cohen Kappa* (K), maka dilakukan reliabilitas responden dalam penelitian ini, yang dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di sebuah Perguruan Tinggi Swasta Kota Singkawang. Pengukuran berupa studi lapangan terhadap instrumen yang reliabilitasnya diukur yang dilakukan dengan memberikan praktik mengajar kepada mahasiswa terkait model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL. Mulai dari penjelasan mengenai Model PjBL, STEAM-2C, dan TPACK hingga sintaks model pembelajaran ini dan praktiknya. Selanjutnya mahasiswa mengisi lembar angket terbuka untuk menganalisis kemampuan TPACK mahasiswa secara subyektif terhadap penguasaannya setelah model pembelajaran ini diterapkan. Dalam proses analisis ini, tidak dilihat dari jawaban benar atau salah melalui penilaian, tetapi mengidentifikasi apakah responden (mahasiswa) menjawab setiap item pembelajaran atau tidak. Hasil kuesioner terbuka diklasifikasikan dengan menggunakan kriteria Tabel 4.

**Tabel 4.** Klasifikasi Profil Kemampuan TPACK Siswa Melalui Instrumen *Open-ended Questionnaire*

No. Item Tiap Variabel	Deskripsi	Indikator	Profil Kemampuan Komponen TPACK		
1	Memiliki strategi/cara yang bervariasi dalam menanamkan konsep kepada siswa.	Kemampuan dalam menguasai pedagogi pembelajaran	<i>Pedagogical Knowledge (PK)</i>		
2	Menentukan metode dan teknik penilaian yang bervariasi.				
3	Memiliki strategi dalam penguasaan dan pengelolaan kelas dengan baik.				
4	Merencanakan tindakan reflektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.	Kemampuan menyajikan materi	<i>Pedagogical Content Knowledge (PCK)</i>		
5	Memilih pendekatan dan strategi pembelajaran berdasarkan pencarian bahan dasar produk yang sesuai dengan materi fisika yang diajarkan.				
6	Merancang jenis produk yang dihasilkan sesuai dengan materi fisika yang diajarkan.				
7	Memberikan soal-soal literasi etnosains untuk mengukur pemahaman siswa dalam mengumpulkan referensi mengenai materi yang diajarkan.				
8	Mempersiapkan RPP sendiri dan dikonsultasikan dengan dosen/pengawas.				
9	Teknologi yang digunakan relevan dengan materi yang diajarkan			Kemampuan dalam menggunakan teknologi yang bervariasi.	<i>Technological Content Knowledge (TCK)</i>
10	Teknologi yang digunakan dapat meningkatkan pemahaman siswa.				
11	Mengembangkan aktivitas dan tugas siswa yang melibatkan penggunaan teknologi.	Kemampuan terhadap penguasaan teknologi	<i>Technological Knowledge (TK)</i>		
12	Menguasai teknologi yang digunakan dengan baik.				
13	Teknologi yang digunakan mudah untuk dioperasikan.				
14	Teknologi yang digunakan sesuai dengan perkembangan zaman.				
15	Teknologi yang digunakan dianggap memiliki daya tarik bagi siswa.	Kemampuan Mengelola Perangkat Pembelajaran			
16	Teknologi yang digunakan dianggap dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa.				
17	Teknologi yang digunakan sesuai dengan tingkat pemahaman siswa.	Kemampuan dalam menguasai materi	<i>Content Knowledge (CK)</i>		
18	Teknologi yang digunakan membantu memecahkan masalah.				
19	Menguasai materi yang diajarkan.				
20	Menggunakan sumber terbaru, seperti: buku, jurnal, untuk meningkatkan <i>khazanah</i> ilmu fisika yang dimiliki.	Kemampuan mengajarkan materi pada siswa.			
21	Memprediksi pertanyaan siswa dan dapat menjawabnya dengan tepat.				
22	Mengelola data temuan produk yang dihasilkan dengan tepat sesuai konsep/materi yang diajarkan.	Kemampuan penguasaan integrasi materi, penyajian dan penggunaan teknologi.	<i>Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)</i>		
23	Menyampaikan materi secara logis, jelas dan sesuai dalam RPP.				
24	Memberikan contoh pembuatan produk yang relevan dalam meningkatkan pemahaman siswa.	Kemampuan penggunaan teknologi yang tepat untuk mencapai tujuan pedagogi pembelajaran	<i>Technological Pedagogical Knowledge (TPK)</i>		
25	Memilih strategi pembelajaran dan teknologi yang sesuai dengan materi fisika yang akan digunakan pada kegiatan pembelajaran				
26	Memadukan pengetahuan fisika, pengetahuan pedagogi, dan pengetahuan teknologi yang dimiliki dalam mewujudkan pembelajaran yang efektif.				
27	Menerapkan strategi pembelajaran yang tepat dan menggunakan aplikasi komputer yang beragam dalam pelaksanaan pembelajaran.				
28	Menggunakan aplikasi komputer dalam pembelajaran.				
29	Memilih teknologi yang sesuai dengan pendekatan dan strategi pembelajaran.				
30	Menggunakan fasilitas internet untuk berkomunikasi dengan siswa, misalnya untuk mengumpulkan tugas atau bahan ajar.				

Pada **Tabel 4.** menunjukkan pemetaan klasifikasi profil TPACK yang terdiri dari PK, PCK, TCK, TK, CK, TPACK, TPK. Dari uraian dan indikator tersebut kemudian dijabarkan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab oleh responden, sehingga kemampuan TPACK mahasiswa sebagai responden dalam penelitian ini dapat digali lebih dalam. Eksplorasi dapat terjadi karena responden diberikan pertanyaan berupa angket terbuka dan wawancara. Apabila responden dapat menjawab semua item pada angket terbuka ini, maka dapat dinyatakan bahwa mahasiswa menguasai kemampuan TPACK setelah penerapan model pembelajaran ini, artinya model pembelajaran ini layak untuk digunakan. Selanjutnya, setiap mahasiswa diwawancarai secara bergantian. Jika mahasiswa memberikan respon yang positif terhadap model pembelajaran ini, maka model pembelajaran ini dapat dikatakan layak untuk diterapkan dalam skala yang lebih luas. Begitu juga dengan instrumen wawancara, ada klasifikasi untuk mengetahui respon positif dari responden. Klasifikasi dalam mengidentifikasi responden untuk model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL dijelaskan pada Tabel 5.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menentukan konsistensi pengukuran oleh dua orang penilai dan mengukur konsistensi kedua alat ukur tersebut, melalui rumus perhitungan koefisien Kappa/Cohen Kappa (K) didapatkan nilai Cohen Kappa (diatas 0,9) yang artinya memiliki nilai reliabilitas yang sangat tinggi. Uji coba yang dilakukan terhadap responden sebagai mahasiswa Pendidikan Fisika menunjukkan bahwa responden dapat menyelesaikan atau melengkapi seluruh item angket terbuka sehingga dapat disimpulkan bahwa mereka telah menguasai TPACK setelah penerapan model ini. Demikian pula hasil wawancara mengungkapkan bahwa responden memiliki respon positif terhadap model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL. Temuan tanggapan positif responden ini ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Klasifikasi dalam mengidentifikasi responden untuk model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL

No. Item	Variabel	Dimensi	Deskripsi	Indikator	Hasil Respon Mahasiswa
1	Pengalaman menerapkan sintaks model pembelajaran STEAM-2C	Ketertarikan	Mengekplorasi rasa tertarik calon guru (mahasiswa) terhadap pembelajaran IPA (Fisika Lingkungan) melalui model pembelajaran STEAM-2C	Ekplorasi rasa tertarik	tertarik, atau sangat tertarik
2			Mengekplorasi perasaan calon guru setelah diterapkannyapembelajaran IPA melalui model pembelajaran STEAM-2C	Ekplorasi perasaan	senang, sangat senang
3		Kebermanfaatan	Perubahan/peningkatan yang dirasakan terkait HOTS yang dimiliki akibat penerapan model pembelajaran STEAM-2C	HOTSs dari STEAM-2C	terdapat (ada) perubahan
4			Perubahan yang dirasakan atau menyadari kompetensi TPACK yang dimiliki akibat penerapan model pembelajaran STEAM-2C	Kompetensi TPACK	terdapat (ada) perubahan
5		Kelayakan	Tiap langkah-langkah pembelajarannya mudah untuk diterapkan	Kemudahan dalam Penerapan	mudah atau sangat mudah diterapkan
6			Tiap langkah-langkah pembelajaran dianggap layak untuk diterapkan	Persepsi kelayakan dalam Penerapan	layak, sangat layak, penting, sangat penting, memuaskan, sangat memuaskan

No. Item	Variabel	Dimensi	Deskripsi	Indikator	Hasil Reapon Mahasiswa
7	Novelty model pembelajaran STEAM-2C	Keterbaruan	Model pembelajaran yang merupakan inovasi baru atau belum pernah ditemukan	Inovasi baru/Belum pernah ditemukan	inovasi baru, langka, belum pernah ada, belum pernah ditemukan, hal yang baru
8			Model pembelajaran yang belum pernah dilakukan sebelumnya	Model pembelajaran yang belum pernah dilakukan sebelumnya	belum pernah, pertama kalinya, pembelajaran baru, inovasi baru
9		Keunikan	Memiliki perbedaan dengan langkah-langkah model pembelajaran lainnya	Berbeda dengan pembelajaran lainnya	berbeda, sangat berbeda, terdapat (ada) perbedaan
10			Hubungan Model pembelajaran STEAM-2C dan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	Keterkaitan Model pembelajaran STEAM dan <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	ada hubungan, ada kesamaan, memiliki pola yang sama

Hasil respon mahasiswa yang terdapat pada Tabel 5 mengarah pada respon positif terhadap model pembelajaran PjBL, diperoleh dari analisis hasil jawaban responden yang pertanyaannya dijabarkan dari variabel, dimensi, deskripsi, dan indikator yang diperjelas dari model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL. Ditemukan bahwa model STEAM-2C yang terintegrasi dengan PjBL dinilai sangat baik dari minat, kegunaan, kebaruan, keunikan. Hal ini diperkuat dengan hasil wawancara dengan responden.

Validitas isi menunjukkan tingkat validitas yang sangat tinggi, pengukuran reliabilitas dengan Cohen Kappa (K) menunjukkan tingkat reliabilitas yang sangat kuat, dan uji coba lapangan menunjukkan instrumen layak digunakan. Instrumen melalui penilaian validitas isi oleh tiga validator dalam *Forum Group Discussion* (FGD), dan pengukuran tiga rater rater melalui rumus *Gregory* dengan perolehan  $KV = 1$ ; instrumen juga dinyatakan reliabel dengan persetujuan asesor melalui rumus *Cohen Kappa* (K) dan uji coba pada mahasiswa. Hal tersebut memberikan gambaran bahwa instrumen tersebut valid dan layak digunakan, sehingga temuan dianggap valid karena ditemukan bahwa model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL ini mengandung unsur kepentingan, kegunaan, kelayakan, kebaruan, keunikan. Ketertarikan dan keunikan menunjukkan bahwa model ini berdampak pada motivasi siswa, sedangkan kemanfaatan, kelayakan, dan kebaruan mengarah pada pembelajaran yang berdampak pada munculnya literasi sains.

Selain itu, ditemukan dari hasil analisis angket terbuka bahwa pertanyaan-pertanyaan dijelaskan dari **Tabel 4.**, dan wawancara dengan responden/mahasiswa, ditemukan bahwa semua mahasiswa yang terlibat dalam pembelajaran dengan model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL termotivasi untuk kreatif dalam merancang pembelajaran (TPACK). Hal ini diperkuat dengan penjelasan bahwa pembelajaran berbasis proyek Etno-STEM berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif (Sumarni, W., & Kadarwati, S., 2020). Begitu juga dengan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) guru prajabatan penting untuk lebih mempersiapkan mereka untuk karir terkait STEM masa depan mereka (Irwanto, I dkk., 2022) yang berbasis lintas disiplin (STEM) yang bermuara pada kearifan lokal (Budaya) yang dipertanggungjawabkan secara lisan melalui presentasi (Komunikasi), dan melalui pengalaman belajar yang terintegrasi PjBL sehingga menumbuhkan literasi sains karena pembelajaran ini berbasis proyek yang membutuhkan penalaran dan keterampilan

berpikir tingkat tinggi, dampak lain yang diperoleh adalah kemampuan mahasiswa dalam berpikir tingkat tinggi (HOTS), sebagaimana pada penelitian sebelumnya ditemukan bahwa STEAM terintegrasi PjBL dapat meningkatkan HOTS mahasiswa (Maryani dkk. 2021). Model *Project Based Learning* (PjBL) ini dapat diintegrasikan dengan STEM dalam meningkatkan penguasaan konsep dan aktivitas belajar siswa (Astuti, 2019), selain itu STEM-PjBL dalam efektivitas perangkat pembelajarannya juga dapat diarahkan pada keterampilan kolaborasi dan komunikasi siswa (Triana, 2020). Hal ini dibuktikan dengan kemampuan mahasiswa dalam menghasilkan suatu produk dari hasil belajar dengan model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL ini.

## KESIMPULAN

Dampak model pembelajaran STEAM-2C terintegrasi PjBL, yaitu motivasi belajar mahasiswa sangat baik, memunculkan literasi sains mahasiswa, meningkatkan *Higher Order Thinking skills* (HOTS), dan meningkatkan penguasaan TPACK mahasiswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amoretti, Cabrera, B., Torrent, C., Bonnín, CDM, Mezquida, G., Garriga, M., Jiménez, E., Martínez-Arán, A., Solé, B., Reinares, M., Varo, C., Penadés, R., Grande, I., Salagre, E., Parellada, E., Bioque, M., Garcia-Rizo, C., Meseguer, A., Anmella, G., ... Bernardo, M. (2019). Skala Penilaian Cadangan Kognitif dalam Kesehatan (CRASH): Validitas dan Keandalannya. *Jurnal Kedokteran Klinis*, 8 (5), 586. <https://doi.org/10.3390/jcm8050586>
- Ardianti, S. D., Pratiwi, I. A&Kanzunnudin, M. (2017). Implementasi Project Based Learning (PjBL) Berpendekatan Science Edutainment Terhadap Kreativitas Peserta Didik. *Refleksi Edukatika*, 7(2). <https://doi.org/10.24176/re.v7i2.1225>
- Astuti, I. D., Toto, T., & Yulisma, L. (2019). Model project based learning (PjBL) terintegrasi STEM untuk meningkatkan penguasaan konsep dan aktivitas belajar siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 11(2), 93-98. <https://doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1915>
- Azwar, S (2012). *Reliabilitas dan Validitas*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Bull, C., Byrnes, J., Hettiarachchi, R., & Downes, M. (2019). Tinjauan sistematis validitas dan reliabilitas ukuran pengalaman yang dilaporkan pasien. *Penelitian Pelayanan Kesehatan*, 54 (5), 1023–1035. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.13187> .
- Cevik, M., dan Senturk, C. (2019). Skala keterampilan abad ke-21 multidimensi: Studi validitas dan reliabilitas. *Jurnal Ilmu Pendidikan Siprus*, 14 (1), 11-28. <https://doi.org/10.18844/cjes.v14i1.3506> .
- Dogara, Saud, MSB, Kamin, YB, & Nordin, MSB (2020). Kerangka Konseptual Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Mengintegrasikan Soft Skills Antara Mahasiswa Sekolah Tinggi Teknik. *Akses IEEE*, 8, 83718–83727. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2992092>
- Dunlop, Turkenburg-van Diepen, M., Knox, KJ, & Bennett, J. (2020). Investigasi terbuka dalam sains sekolah menengah: niat, pendekatan, dan perspektif pembelajaran guru. *Jurnal Internasional Pendidikan Sains*, 42 (10), 1715–1738. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1778211>
- Irwanto, I., Redhana, I. W., & Wahono, B. (2022). Examining Perceptions of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Perspective from Indonesian Pre-service Teachers. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 142-154.
- Jauhariyyah, F. R. A., Suwono, H., & Ibrohim, I. (2017). Science, technology, engineering and mathematics project based learning (STEM-PjBL) pada pembelajaran sains. *Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017*, 2.

- Kristiani, K. D., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2017). Pengaruh pembelajaran STEM-PjBL terhadap keterampilan berpikir kreatif. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, pp. 266-274.
- Kurniawan, Putri, R. I. I., & Hartono, Y. (2018). Developing Open-Ended Questions for Surface Area and Volume of Beam. *IndoMS-Journal on Mathematics Education*, 9(1), 157–168. <https://doi.org/10.22342/jme.9.1.4640.157-168>.
- Maryani, I., Astrianti, C., & Erviana, V. (2021). The Effect of The STEM-PjBL Model on The Higher-Order Thinking Skills of Elementary School Students. *Sekolah Dasar: Kajian Teori dan Praktik Pendidikan*, 30(2), 110-122. doi:<http://dx.doi.org/10.17977/um009v30i22021p110>
- Matondang, Z (2009). Validitas dan Realiabilitas Suatu Instrumen Penelitian. *Jurnal Tabularasa UNIMED*, 6(1), pp. 87-97.
- Morad, Ragonis, N., & Barak, M. (2021). Validitas dan reliabilitas alat ukur kompetensi berpikir inovatif pendidikan. *Pengajaran dan Pendidikan Guru*, 97, 103193. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103193> .
- Mutiani, M., Supriatna, N., Abbas, EW, Rini, TPW, & Subiyakto, B. (2021). Technological, pedagogical, content knowledge (TPACK): Sebuah wacana dalam inovasi pembelajaran IPS. *Jurnal Inovasi Ilmu Sosial*, 2 (2), 135-142. <https://doi.org/10.20527/> .
- Niswara, R. Muhajir, Untari, MF A (2019). Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap High Order Thinking Skill. *Jurnal Mimbar PGSD Undiksha*, 7 (2), 85-90.
- Ozgur. (2020). Hubungan antara teknostress guru, pengetahuan konten pedagogis teknologi (TPACK), dukungan sekolah dan variabel demografis: Sebuah pemodelan persamaan struktural. *Komputer dalam Perilaku Manusia*, 112, 106468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106468>
- Suherman, Prananda, M. R., Proboningrum, D. I., Pratama, E. R., Laksono, P., & Amiruddin. (2020). Improving Higher Order Thinking Skills (HOTS) with Project Based Learning (PjBL) Model Assisted by Geogebra. *Journal of Physics. Conference Series*, 1467(1), 12027. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012027>
- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-stem project-based learning: Its impact to critical and creative thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 11-21.
- Pujaastawa, I. B. G (2016). *Teknik Wawancara dan Observasi untuk Pengumpulan Bahan Informasi*. Program Studi Antropologi Fakultas Sastra dan Budaya Universitas Udayana.
- Rahardjanto, Husamah, H., & Fauzi, A. (2019). Hybrid-PjBL: Hasil Belajar, Keterampilan Berpikir Kreatif, dan Motivasi Belajar Guru Prajabatan. *Jurnal Internasional Instruksi*, 12 (2), 179-192. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12212a> .
- Ross, Nilsen, K., & Radford, ML (2019). *Melakukan wawancara referensi: manual cara melakukannya untuk pustakawan* (Edisi ketiga.). ALA Neal Schuman.
- Santoso, Primadiri, Humas, Zubaidah, S., & Amin, M. (2021). Pengembangan LKS dengan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan keterampilan manajemen waktu siswa. *Jurnal Fisika. Seri Konferensi*, 1806 (1), 12173. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012173/>
- Sizoo, Monnier, AA, Bloemen, M., Hertogh, CMP., & Smalbrugge, M. (2020). Dilema Dengan Kebijakan Kunjungan yang Membatasi di Rumah Perawatan Belanda Selama Pandemi COVID-19: Analisis Kualitatif dari Kuesioner Terbuka Dengan Dokter Perawatan Lansia. *Jurnal Asosiasi Direktur Medis Amerika*, 21 (12), 1774–1781.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2020.10.024> .
- Sugiyono (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Suryabrata. 2000. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT raja Grafindo

- Syakur, A., Musyarofah, L., Sulistiyaningsih, S., & Wike, W. (2020). Pengaruh Inovasi Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) Berkelanjutan terhadap Hasil Belajar Bahasa Inggris di Perguruan Tinggi. *Jurnal Penelitian dan Kritik Internasional Budapest dalam Linguistik dan Pendidikan (BirLE)*, 3 (1), 625-630.
- Tanak, A. (2020). Merancang kursus berbasis TPACK untuk mempersiapkan siswa guru mengajar sains dengan pengetahuan konten pedagogis teknologi. *Jurnal Ilmu Sosial Kasetsart*, 41 (1), 53-59.
- Triana, D., Anggraito, YU, dan Ridlo, S. (2020). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Perubahan Lingkungan Berbasis STEM-PjBL Terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Komunikasi Siswa. *Jurnal pendidikan sains inovatif (Online)*, 9 (3), 244-249. <https://doi.org/10.15294/jise.v8i3.35279>
- Tseng, Chai, CS, Tan, L., dan Park, M. (2020). Sebuah tinjauan kritis penelitian tentang pedagogis teknologi dan pengetahuan konten (TPACK) dalam pengajaran bahasa. *Pembelajaran Bahasa Berbantuan Komputer*, 1-24. <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1868531>
- Yaddanapudi, S., dan Yaddanapudi, LN (2019). Bagaimana merancang kuesioner. *Jurnal Anestesi India*, 63 (5), 335-337. <https://doi.org/10.4103/ija.IJA33419> .
- Willis. (2019). Penggunaan narasi komposit untuk menyajikan temuan wawancara. *Penelitian kualitatif: QR*, 19 (4), 471-480. <https://doi.org/10.1177/1468794118787711> .