

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

## EFEKTIVITAS MODEL PESMIR BERBANTUAN APLIKASI TRACKER UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI PROFESIONAL CALON GURU FISIKA DI INDONESIA

Intan Kusumawati<sup>1</sup>, Putut Marwoto<sup>1</sup>, Ani Rusilowati<sup>1</sup>, Woro Sumarni<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Semarang

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

### ABSTRAK

Kompetensi profesional berorientasi pada pemahaman konsep dapat ditinjau dari *multiple representations*. Peningkatan kompetensi profesional calon guru fisika di Indonesia perlu dilakukan melalui model pembelajaran yang tepat. PESMIR merupakan model PjBL terintegrasi *Ethnoscience*, STEAM, dan *Multiple Intelligences-Representations*. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Menentukan efektifitas model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dalam meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan; 2) Menentukan korelasi antara penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*; 3) Menentukan signifikansi perbedaan antara hasil tes kompetensi profesional dengan penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*; dan 4) Menentukan seberapa besar pengaruh model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* terhadap peningkatan kompetensi profesional calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan. Metode penelitian ini menggunakan *Quasi-Experimental Design* dengan *Posttest-Only Design with Nonequivalent Groups*. Sebanyak 200 data dianalisis, terdiri dari 100 data kelompok kontrol dan eksperimen. Data diolah dengan *Software SPSS 21.0*, dan *Effect Size Calculator (Cohen's D) for t-test*. Analisis data menggunakan uji N-gain untuk menentukan efektifitas; uji *Paired Sample t-test* untuk menentukan statistik deskriptif, korelasi, dan perbedaan signifikansi model; uji *Effect Size Cohen's* untuk menentukan seberapa besar pengaruh model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* terhadap hasil tes kompetensi profesional. Ditemukan bahwa skor N-gain (0,7629) dan persentase N-gain (76,2861) data berdistribusi normal melalui *Kolmogorov-Smirnov test*, data homogen melalui *Levene's test*, korelasi *sig.* 0,649 > 0,05, perbedaan *sig. (2-tailed)* 0,000 < 0,05, dan pengaruh (*Effect Size*) = 0,514602. Simpulan, model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* efektif meningkatkan kompetensi profesional; tidak terdapat hubungan antar model; terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil kompetensi profesional dengan penerapan model PESMIR berbantuan *Tracker*, dan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*; besar pengaruh penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* terhadap peningkatan hasil kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan berada pada kategori sedang.

**Kata kunci:** Aplikasi *Tracker*; Fisika Lingkungan; Kompetensi Profesional; Model PjBL; *Multiple Representations*.

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

---

## PENDAHULUAN

Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) masih menjadi tren dalam pembelajaran. Model PjBL dapat diintegrasikan terhadap berbagai aspek yang relevan agar terciptanya optimalisasi pembelajaran. *Case method* dan *team based project* dapat mengoptimalkan pembelajaran, sehingga model PjBL disarankan (Fitriyah & Ramadani, 2021) dalam program Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (Rahayu, 2022). Model PjBL dapat mengembangkan keterampilan proses ilmiah yang berpusat pada peserta didik secara terbimbing (Wijanarko, 2017), dan PjBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir (Anazifa & Djukri, 2017). Penerapan model PjBL dapat melatih keterampilan 4C (*Critical Thinking, Creative Thinking, Communications, dan Collaborations*) (Tumbel, 2024), serta karakteristik konservatif (Sumarni, 2023). Model PjBL telah diintegrasikan terhadap *Ethnoscience* dan STEM/STEAM dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis (Sumarni & Kadarwati, 2020), kreatif (Sudarmin et al., 2019; Prajoko, et al., 2023), konservatif (Sumarni, 2023), serta keterampilan berpikir tingkat tinggi (Martawijaya et al., 2023). Penerapan model PjBL juga dapat meningkatkan pemahaman konsep (Nurchayati et al., 2024) dan kreativitas (Prajoko, et al.2023), serta penguasaan materi (Inayah et al., 2024).

Penguasaan materi dapat ditunjukkan calon guru fisika melalui pemahaman materi dalam wawasan yang luas dan mendalam (Siahaan, 2022). Penguasaan materi dan pemahaman materi ini dapat menunjukkan kompetensi profesional (Septia, 2024; Setyoningsih, 2024) yang dimiliki calon guru fisika. Pemahaman materi mendeskripsikan kemampuan pemahaman konsep yang terdapat dalam suatu materi. Kompetensi profesional memiliki cakupan berupa penguasaan materi kurikulum, substansi keilmuan yang menaungi materinya, serta penguasaan terhadap struktur dan metodologi keilmuannya (Yamin, 2007; Dudung, 2018). Kompetensi profesional dapat dilatihkan pada peserta didik sebagai pendukung masa depan karirnya (Utami & Hasanah, 2020; Namora et al., 2023). Kompetensi profesional dapat dilatihkan dalam pembelajaran PjBL karena model PjBL dapat meningkatkan pemahaman konsep (Pusvita & Sumardi, 2024), dan penguasaan materi (Sumarsih, 2023). Kompetensi profesional tidak hanya mencakup penguasaan materi dan pemahaman materi (konsep), tetapi juga pendalaman materi. Pendalaman materi dapat dilakukan melalui eksplorasi dan eksplanasi dalam pemecahan masalah.

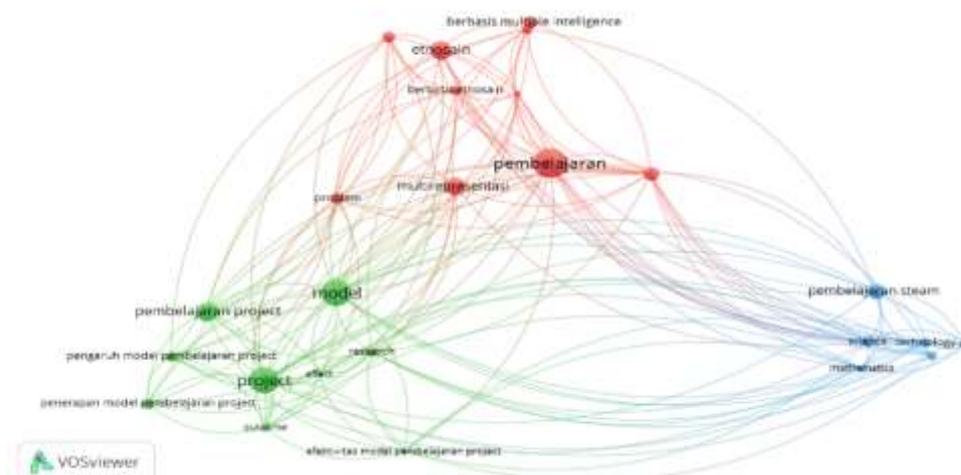
Berbagai tantangan yang ditemukan calon guru fisika dalam dunia nyata dapat menjadi sarana pengembangan potensi diri, satu diantaranya peningkatan kompetensi profesional. Kehidupan dunia nyata tidak terlepas dari potensi alam dan kearifan lokal suatu wilayah tertentu (Yulianti & Hasim, 2024). Calon guru fisika perlu melakukan eksplorasi dan eksplanasi kearifan lokal masyarakat budaya dalam pembelajaran fisika. Mata kuliah Fisika lingkungan yang memuat materi pengolahan limbah dan pencemaran lingkungan (Kiswanto, 2022) memiliki hubungan yang erat dengan *ethnoscience*. *Ethnoscience* mengkaji *indigenous knowledge* masyarakat budaya terhadap suatu objek atau proses secara sains, sehingga pengetahuan dapat dipertanggungjawabkan masyarakat secara ilmiah. *Ethnoscience* menjelaskan potensi alam sebagai kearifan lokal masyarakat budaya dalam pemahaman konsep sains (Anggriani et al., 2024). Eksplorasi potensi alam dapat menentukan kearifan lokal wilayah tertentu (Linggarwati et al., 2024). Potensi alam yang melimpah dapat menimbulkan masalah lingkungan, jika potensi alam tersebut belum dimanfaatkan secara optimal. Permasalahan limbah dan pencemaran lingkungan masih menjadi sorotan untuk dikaji lebih mendalam (Ardelia & Retnani, 2024). Melalui pembelajaran Fisika Lingkungan dalam kajian *ethnoscience*, calon guru fisika dapat dilatih kompetensi profesionalnya dengan cara eksplorasi potensi alam dan eksplanasi hasil temuannya.

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

Eksplanasi hasil temuan dapat dilakukan melalui *multiple representations*. *Multiple representations* dapat mendeskripsikan suatu objek atau proses dalam pemecahan masalah melalui representasi verbal, diagram, grafik, dan matematik (Kusumawati, 2020). Kemampuan *multiple representations* didukung oleh potensi *multiple intelligences* yang dimiliki calon guru fisika (Kusumawati, 2018). Eksplanasi yang dilakukan harus dibekali pemahaman konsep, pendalaman materi, dan penguasaan materi. Pemahaman konsep dapat dilatihkan melalui *multiple representations* (Guentulle et al., 2024), dan *multiple intelligences* (Manuu et al., 2024). Pendalaman materi dapat dilakukan melalui *ethnoscience*, dan penguasaan materi ditunjukkan dari ketepatan klasifikasi solusi pemecahan masalah melalui lintas bidang ilmu *Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics* (STEAM). Pembelajaran *ethnoscience* yang diintegrasikan terhadap STEM dalam pengolahan limbah (Izzania, 2024), dan model PjBL yang diintegrasikan terhadap STEAM dalam mengatasi pencemaran lingkungan (Hoerunnisa, 2024) dapat menghasilkan produk dengan memanfaatkan potensi alam (Suryani, 2024). Dengan demikian, upaya pengolahan limbah (Adriadi, 2024), dan pencemaran lingkungan (Sukmawijaya et. al., 2019) dapat diterapkan melalui model PjBL terintegrasi.

Model PjBL telah diintegrasikan terhadap *Ethnoscience* (*Ethno*), STEM/STEAM, *Multiple Intelligences* (MI), dan *Multiple Representations* (MR). Melalui *software Publish or Perrish 8.8* dengan sumber data *Google Scholar* ditunjukkan bahwa masih banyak penelitian yang mengkaji topik ini dalam 10 tahun terakhir (2014-2024) di Indonesia. Sumber data yang dipilih adalah mesin pencarian otomatis *Google Scholar* karena cenderung memuat publikasi artikel ilmiah (proseding, jurnal nasional, dan jurnal internasional) tentang pembelajaran di Indonesia. Data sebanyak 966 artikel didapatkan untuk dianalisis dalam bentuk Bibliometrik dengan *software Vos Viewers*. Ditemukan sebanyak 4.562 kata yang sama, diseleksi menjadi 64 kata dengan *occurrences* 10, dan seleksi manual hingga diperoleh sebanyak 25 kata yang paling relevan. Konektivitas tersebut menunjukkan *state of the art* dalam penelitian ini bahwa penerapan model PjBL dapat diintegrasikan terhadap *ethnoscience*, STEAM, *multiple intelligences*, dan *multiple representations*. Koneksi antara PjBL-Ethno-STEAM terhadap *multiple intelligences-representations* memiliki sisi kebaruan ilmiah (*novelty*), sehingga perlu penerapan model PjBL-Ethno-STEAM dan *multiple intelligences-representations* ini dalam pembelajaran.



Gambar 1. Bibliometrik *vos viewers* tren penelitian model PjBL terintegrasi *Ethno-STEAM*, *multiple representations*, dan *multiple intelligences* (2014-2024)

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

---

Penerapan model PjBL-*Ethno*-STEM (Sumarni, 2023), dan model PjBL-*Ethno*-STEAM (Sudarmin et al., 2021) mengungkap bahwa eksplorasi kearifan lokal menghasilkan pengetahuan yang perlu dikaji secara sains melalui lintas disiplin ilmu, dan pembuatan produk inovasi berbasis kearifan lokal sebagai proyeknya, sehingga eksplanasi pemecahan masalah menjadi bagian proses akhirnya. Model PjBL-*Ethno*-STEAM berpotensi dalam meningkatkan kompetensi profesional, tetapi kompetensi profesional yang memuat pemahaman konsep harus terukur. Pembelajaran yang memuat *multiple representations* dan *multiple intelligences* dapat mengukur pemahaman konsep calon guru fisika dalam pemecahan masalah (Kusumawati, 2018). Peningkatan kompetensi profesional calon guru fisika dapat ditinjau dari *multiple representations* dalam mata kuliah Fisika Lingkungan. Calon guru fisika perlu diuji kemampuannya dalam menjabarkan seluruh jenis *multiple representations* dalam pemecahan masalah. Dengan demikian, penerapan model PjBL-*Ethno*-STEAM yang diintegrasikan terhadap *Multiple Intelligences-Representations* (MIR) berpotensi dalam meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika.

Model PESMIR (PjBL-*Ethno*-STEAM-MIR) memiliki sintaks Proyek SIINTAN, yaitu *Searching* (S), *Inquiring* (I), *Interacting* (I), *Timing* (T), *Applying* (A), dan *Narrating* (N). Pada tahapan *Searching*, peserta didik mencari permasalahan dan potensi alam (kearifan lokal) melalui wawancara masyarakat budaya, dan mencari informasi dari literatur (eksplorasi). Tahapan *Inquiring*, peserta didik merumuskan permasalahan. Tahapan *Interacting*, peserta didik berdiskusi kelompok merencanakan pemecahan masalah ditinjau dari komponen *Ethno*-STEAM, dan rancangan pembuatan produk. Tahapan *Timing*, peserta didik menentukan jadwal perencanaan, pembuatan, dan uji coba produk. Tahapan *Applying*, mahasiswa melaksanakan proyek untuk menghasilkan produk. Tahapan *Narrating*, peserta didik menceritakan atau merepresentasikan hasil dalam bentuk representasi verbal, diagram, grafik, dan matematik (eksplanasi). Pada tahapan *Narrating* ini, kompetensi profesional dapat diukur sesuai rubrik penskoran *multiple representations*. Penerapan model PESMIR dapat dilakukan berbantuan aplikasi *Tracker* atau tanpa aplikasi *Tracker*. Aplikasi *Tracker* dapat mendeteksi cuplikan video atau gambar bergerak, dan menginterpretasikannya dalam bentuk gambar, grafik, dan matematik (Handayani, 2023). Aplikasi *Tracker* ini hanya sebagai media bantu dalam mendapatkan hasil tes kompetensi profesional ditinjau dari *multiple representations* pada tahapan *Narrating*, sehingga penelitian ini perlu menguji efektivitasnya.

Efektivitas model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dalam penelitian ini ditemukan dari analisis hasil tes kompetensi profesional (ditinjau dari *multiple representations*) calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan. Efektif atau tidaknya model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* ini membutuhkan pembandingan, pembelajaran model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker* sebagai pembandingnya. Selain itu, ada atau tidaknya korelasi antara model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dan tanpa aplikasi *Tracker* juga perlu dideskripsikan dalam penelitian ini agar dapat diketahui hubungan keduanya. Begitupula perbedaan antara hasil tes kompetensi profesional melalui penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan tanpa aplikasi *Tracker*. Keduanya perlu dianalisis agar dapat diidentifikasi penerapan model pembelajaran PESMIR yang paling baik dalam meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan. Analisis tersebut hanya menentukan perbedaan saja, tetapi tidak mendeskripsikan seberapa besar pengaruh model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* terhadap peningkatan kompetensi profesional calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan, sehingga besar pengaruhnya juga perlu dianalisis dalam penelitian ini.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: 1) Menentukan efektifitas model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dalam meningkatkan kompetensi profesional

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan; 2) Menentukan korelasi antara penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*; 3) Menentukan signifikansi perbedaan antara hasil tes kompetensi profesional dengan penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*; dan 4) Menentukan seberapa besar pengaruh model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* terhadap peningkatan kompetensi profesional calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan *quasi experimental design*. Rancangan penelitian ini memiliki kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (Sugiyono, 2018). Kelompok kontrol dalam penelitian ini adalah calon guru fisika yang menerapkan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*, sedangkan kelompok eksperimen adalah calon guru fisika yang menerapkan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan fisika dan fisika yang sedang menempuh mata kuliah Fisika Lingkungan pada perguruan tinggi negeri di Kalimantan dan Jawa. Mahasiswa sebagai calon guru fisika tersebut berasal dari berbagai provinsi di Indonesia. Terdapat 200 data yang digunakan dalam penelitian ini, terdiri dari sebanyak 100 data subjek penelitian yang menerapkan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan sebanyak 100 data subjek penelitian yang menerapkan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*. Kompetensi profesional calon guru fisika yang dianalisis dalam penelitian ini dipengaruhi oleh penerapan model PESMIR yang digunakan dalam pembelajaran Fisika Lingkungan. Analisis kompetensi profesional ini ditinjau dari *multiple representations* calon guru fisika, meliputi: kemampuan merepresentasikan pemecahan masalah dalam bentuk kalimat atau kata-kata (representasi verbal), gambar (representasi diagram), grafik (representasi verbal), serta perhitungan angka-angka dan simbolis matematis (representasi matematik). Soal tes kompetensi profesional dalam penelitian ini berbentuk soal uraian sebanyak empat soal representasi. Penskoran tes kompetensi profesional ini menggunakan rubrik penskoran *multiple representations* dengan skala *likert* 1-5, yang diinterpretasikan melalui faktor pengali lima (x5), sehingga skor maksimum sebesar 100. Penerapan model PESMIR ini menggunakan metode *Posttest-Only Design with Nonequivalent Groups*, sehingga hasil data yang diperoleh hanya berupa data *post-test*. Hasil persentase skor rata-rata tes awal dari skor *post-test* kompetensi profesional pada penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*, sedangkan persentase rata-rata tes akhir dari skor *post test* kompetensi profesional pada penerapan model PESMIR dengan berbantuan aplikasi *Tracker*.

Penelitian ini diawali dengan mencari persentase skor kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan. Selanjutnya, data dianalisis untuk menentukan efektivitas penggunaan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* terhadap peningkatan tes kompetensi profesional melalui rumus N-gain skor (Hake, 1999). Perhitungan nilai *Normalized gain* (N-gain) dalam penelitian ini menggunakan *software SPSS 21.0*.

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pre} \rangle}{100\% - \langle S_{pre} \rangle} \quad (1)$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$  = N-gain atau gain rata-rata ternormalisasi

$\langle S_{post} \rangle$  = persentase skor rata-rata tes akhir (%)

$\langle S_{pre} \rangle$  = persentase skor rata-rata tes awal (%)

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

Hasil Skor N-gain diklasifikasikan dalam interval skor N-gain (Hake, 1999), sehingga kategori N-gain dapat ditentukan.

Tabel 1. Pembagian skor N-gain

$\langle g \rangle$	Kategori
$\langle g \rangle > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq \langle g \rangle \leq 0,7$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

Kriteria persentase skor N-gain juga ditafsirkan melalui klasifikasi skor persentase N-gain dalam kelompok intervalnya (Hake, 1999).

Tabel 2. Kategori tafsiran efektivitas N-gain

Persentase (%)	Kategori
< 40	Tidak Efektif
40-55	Kurang Efektif
56-75	Cukup Efektif
>76	Efektif

Analisis data menggunakan uji statistik parametris atau non parametris dapat dilakukan dengan menguji normalitas dan homogenitas data. Uji normalitas data (Lilliefors, 1967). digunakan untuk menentukan nilai residual berdistribusi normal atau tidak, jika nilai signifikan  $> 0,05$ , maka nilai residual berdistribusi normal. Namun, jika nilai sigifikansi  $< 0,05$ , maka nilai residual tidak berdistribusi normal. Uji normalitas data dalam penelitian ini menggunakan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* dengan analisis berbantuan *software SPSS 21.0*. Uji homogenitas data menunjukkan dua atau lebih data sampel berasal dari variasi yang sama atau homogen. Pengambilan keputusan uji homogenitas ini, jika nilai signifikansi  $> 0,05$ , maka distribusi data homogen. Namun, jika nilai signifikansi  $< 0,05$ , maka distribusi data tidak homogen. Uji homogenitas dalam penelitian ini dengan menggunakan *Levene's test*, analisis ini berbantuan *software SPSS 21.0*.

Pengujian statistik parametrik dengan menggunakan analisis *Paired Sample t-test* dapat dilakukan jika data berdistribusi normal dan homogen. *Paired Sample t-test* adalah pengujian yang digunakan untuk membandingkan selisih dua *mean* dari dua sampel yang berpasangan dengan asumsi data berdistribusi normal (Hernanda et al., 2023). Sampel berpasangan berasal dari subjek yang sama, setiap variabel diambil saat situasi dan keadaan berbeda (Kurniawan & Gustiawati, 2024). Analisis ini dengan menggunakan *software SPSS 21.0* dapat menentukan deskripsi statistik *paired sample t-test* untuk menghitung nilai *Effect Size*. Hasil analisis *Paired Sample t-test* juga dapat digunakan dalam menganalisis korelasi penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker* terhadap kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan. Analisis korelasi dilakukan untuk menentukan ada atau tidaknya hubungan antara penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*. Pengambilan keputusan dalam menentukan korelasi ini adalah jika nilai signifikansi  $< 0,05$ , maka terdapat hubungan antara penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*. Namun, jika nilai signifikansi  $> 0,05$ , maka terdapat hubungan antara penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*. Selain itu, hasil analisis *Paired Sampel t-test* juga dapat digunakan dalam menentukan signifikansi perbedaan hasil tes kompetensi profesional dalam penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*. Pengambilan keputusannya, yaitu jika nilai signifikansi (*2-tailed*)  $< 0,05$  menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil tes kompetensi profesional dengan penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*. Ini menunjukkan terdapat pengaruh yang bermakna terhadap perbedaan perlakuan (penerapan model PESMIR) yang diberikan pada kelompok eksperimen dan kontrol. Namun, jika nilai signifikansi (*2-tailed*)  $> 0,05$ , maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil tes kompetensi profesional dengan penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*. Ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang bermakna terhadap perbedaan perlakuan yang diberikan pada kelompok eksperimen dan kontrol.

*Paired Sample t-test* menunjukkan signifikansi statistik hanya untuk menentukan pengaruh perlakuan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Penentuan seberapa besar pengaruh model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* terhadap peningkatan kompetensi profesional calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan diperoleh dari rumus *Effect Size*. Perhitungan *Effect Size* (ES).

$$ES = \frac{\bar{Y}_E - \bar{Y}_C}{S_C} \quad (2)$$

Keterangan:

ES = *Effect Size*

$\bar{Y}_E$  = rata-rata skor kelompok eksperimen

$\bar{Y}_C$  = rata-rata skor kelompok kontrol

$S_C$  = standar deviasi kelompok kontrol

Perhitungan nilai *Effect Size* ini dengan menggunakan *Effect Size Calculator (Cohen's D) for t-test* yang disediakan secara *online*. Nilai *mean* (rata-rata) skor kelompok kontrol dan eksperimen, serta standar deviasi yang diperoleh dari analisis deskriptif statistik *paired sample t-test* disubstitusikan pada tampilan *Effect Size Calculator (Cohen's D) for t-test*. Selanjutnya dilakukan tafsiran kategori dari hasil yang diperoleh dengan menggunakan kategori *Effect Size* (Cohen, 1981).

Tabel 3. Kategori *Effect Size*

No.	<i>Effect Size</i>	Kategori
1.	$0,00 \leq ES \leq 0,20$	Abaikan
2.	$0,20 < ES \leq 0,50$	Rendah
3.	$0,50 < ES \leq 0,80$	Sedang
4.	$0,80 < ES \leq 1,30$	Tinggi
5.	$1,30 \leq ES$	Sangat Tinggi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil efektifitas model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dalam meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan. Ditemukan

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

bahwa skor N-gain sebesar 0,7629 dalam kategori tinggi, dan persentase N-gain sebesar 76,2861 dalam kategori efektif. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* efektif dalam meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan. Ini dikarenakan calon guru fisika dapat mengoptimalkan potensi *multiple intelligences* dan *multiple representations* yang dimilikinya dalam penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*. *Multiple intelligences* dan *multiple representations* dapat meningkatkan hasil belajar calon guru fisika dalam pemecahan masalah, sehingga keduanya memiliki hubungan (Kusumawati, 2018). Penggunaan aplikasi *Tracker* yang dapat menganalisis video (Handayani, 2023) dalam berbagai bentuk representasi dapat memudahkan calon guru fisika dalam menyelesaikan soal tes kompetensi profesional yang ditinjau dari *multiple representations* (representasi verbal, diagram, grafik, dan matematik).

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Ngain_Score	100	,50	1,00	,7629	,13293
Ngain_Percent	100	50,00	100,00	76,2861	13,29272
Valid N (listwise)	100				

Gambar 2. Hasil uji efektivitas model PESMIR dengan N-gain

Hasil uji normalisasi data *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan bahwa nilai signifikansi (2-tailed) sebesar  $0,115 > 0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa nilai residual berdistribusi normal atau dapat dinyatakan bahwa data berdistribusi normal.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		100
Normal Parameters <sup>a, b</sup>	Mean	,0000000
	Std. Deviation	3,67792032
Most Extreme Differences	Absolute	,120
	Positive	,120
	Negative	-,100
Kolmogorov-Smirnov Z		1,196
Asymp. Sig. (2-tailed)		,115

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Gambar 3. Hasil uji normalitas data dengan *Kolmogorov-Smirnov Test*

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

Hasil uji homogenitas diketahui nilai signifikansi  $0,420 > 0,05$ , maka dapat disimpulkan bahwa distribusi data homogen. Distribusi data homogen dan data berdistribusi normal mengindikasikan bahwa uji statistik parametris dapat digunakan dalam penelitian ini. Ini dikarenakan syarat dapat digunakannya uji statistik parametris adalah data berdistribusi normal dan homogen (Sugiyono, 2018).

**Test of Homogeneity of Variances**

Kompetensi Profesional

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,653	1	198	,420

Gambar 4. Hasil uji homogenitas

Analisis *Paired Sample t-test* menghasilkan tiga tabel data analisis, yang ditampilkan sebagai gambar dalam penelitian ini. Pada Gambar 5, menunjukkan data statistik deskriptif *Paired Sample t-test* memiliki total data sebanyak 200 data. Ditemukan bahwa nilai rata-rata kompetensi profesional calon guru fisika pada penerapan model PESMIR tanpa berbantuan aplikasi *Tracker* sebesar 68,20, dan standar deviasinya sebesar 4,468. Nilai rata-rata kompetensi profesional calon guru fisika dengan penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* sebesar 92,15, dan standar deviasinya sebesar 4,833. Ini menjelaskan bahwa terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 23,95 seperti yang ditampilkan pada Gambar 7. Ini menunjukkan bahwa Kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan melalui penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* lebih baik dibandingkan dengan kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan melalui penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*.

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Model PESMIR Tanpa Tracker	68,20	100	4,468	,447
Model PESMIR Dengan Tracker	92,15	100	4,833	,483

Gambar 5. Hasil statistik deskriptif *Paired Sample t-test*

Hasil analisis korelasi antara penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker* ditunjukkan nilai korelasi sebesar  $0,649 > 0,05$ , maka tidak ada hubungan antara penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker* dalam meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan. Ini dikarenakan kedua model tersebut memiliki hasil tes kompetensi profesional yang relatif berbeda. Semakin besar nilai korelasi terhadap taraf korelasi yang ditentukan, maka semakin menjelaskan bahwa tidak ada hubungan yang terjadi, dan sebaliknya. Penerapan model PESMIR dalam penelitian ini dilakukan dengan skor yang relatif lebih besar dari taraf yang ditentukan sehingga tidak terdapat hubungan yang terjalin antara penerapan model PESMIR dengan aplikasi *Tracker* dan

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker* dalam meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan.

**Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Model PESMIR Tanpa Tracker & Model PESMIR Dengan Tracker	100	,649	,000

Gambar 6. Hasil koreasi *Paired Sample t-test*

Hasil analisis signifikansi perbedaan dengan membandingkan antara hasil tes kompetensi profesional dengan penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan hasil tes kompetensi profesional dengan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker* menunjukkan bahwa nilai signifikansi (2-tailed)  $0,000 < 0,05$ , maka terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil tes kompetensi profesional calon guru fisika yang menerapkan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan hasil tes kompetensi profesional calon guru fisika yang menerapkan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker*. Ini menunjukkan terdapat pengaruh yang bermakna terhadap perbedaan penerapan model PESMIR yang diberikan pada tiap kelompok eksperimen dan kontrol. Ini berarti penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* memiliki pengaruh terhadap kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan. Calon guru fisika yang menerapkan pembelajaran melalui model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dapat meningkatkan kompetensi profesionalnya dalam pembelajaran Fisika Lingkungan. Ini mengungkapkan bahwa model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* yang merupakan hasil konektivitas antara model PjBL-*Ethno*-STEM (Sumarni, 2023) dan model PjBL-*Ethno*-STEAM (Sudarmin et al., 2021) terhadap *Multiple Intelligences-Representation* (MIR) lebih baik diterapkan dibandingkan dengan penerapan model PESMIR tanpa berbantuan aplikasi *Tracker* dalam meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika. Selain itu, hasil ini mengungkapkan bahwa kompetensi profesional calon guru fisika dapat ditinjau dari *multiple representations*, atau dapat diukur dari kemampuan *multiple representations* yang dimiliki calon guru fisika. Hal ini dikarenakan pemahaman konsep dapat diukur melalui *multiple representations* (Kusumawati et al., 2020).

**Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Model PESMIR Tanpa Tracker - Model PESMIR Dengan Tracker	-23,950	3,912	,391	-24,726	-23,174	-61,228	99	,000

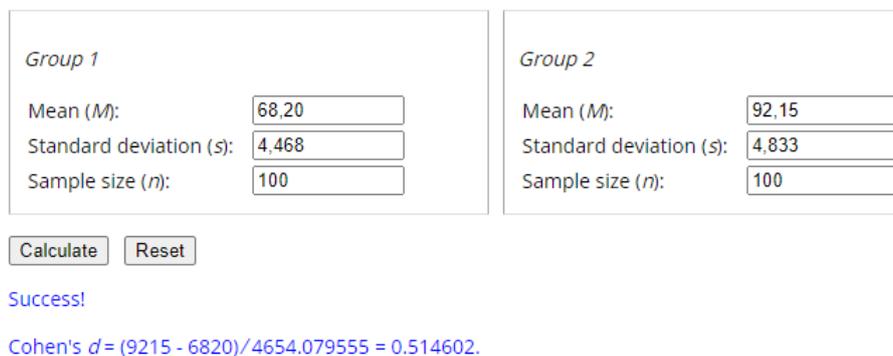
Gambar 7. Hasil perbedaan *Paired Sample t-test*

Hasil analisis dalam menentukan seberapa besarnya pengaruh model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* terhadap peningkatan kompetensi profesional calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan dengan menggunakan hasil data statistik deskriptif *Paired Sample t-test* pada Gambar 5. Hasil perhitungan *Effect Size Calculator (Cohen's D) for t-test* dalam penelitian ini adalah sebesar  $0,514602 \approx 0,51$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa besar pengaruh model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* dalam meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika pada mata kuliah Fisika Lingkungan adalah sebesar

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

0,51 dengan kategori sedang. Ini dikarenakan kedua model sama-sama menggunakan model pembelajaran yang sama, yaitu model PESMIR, tetapi hanya dibedakan dalam penggunaan aplikasi *Tracker*. Hasil yang diperoleh berada dalam kategori sedang, hal ini juga dikarenakan model PESMIR merupakan model pembelajaran baru sehingga dibutuhkan penyesuaian terhadap implementasi model PESMIR ini dalam pembelajaran.



Group 1	Group 2
Mean (M): 68.20	Mean (M): 92.15
Standard deviation (s): 4.468	Standard deviation (s): 4.833
Sample size (n): 100	Sample size (n): 100

Calculate Reset

Success!

Cohen's  $d = (9215 - 6820)/4654.079555 = 0.514602$ .

Gambar 8. Hasil perhitungan *Effect Size Calculator (Cohen's D) for t-test* (screen capture by: [www.socscistatistics.com](http://www.socscistatistics.com))

Melalui pembelajaran dengan model PESMIR calon guru fisika diberikan pengalaman baru dengan memanfaatkan lintas bidang ilmu, sehingga memiliki wawasan yang luas dan mendalam. Setiap elemen dari kompetensi profesional dalam pembelajaran Fisika Lingkungan terpenuhi dengan menerapkan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* ini. Elemen tersebut meliputi, pendalaman materi, penguasaan materi, dan pemahaman materi (konsep) (Dudung, 2018; Siahaan, 2022). Pendalaman materi dapat dimiliki oleh calon guru fisika melalui eksplorasi *ethnoscience* dengan memperhatikan permasalahan lingkungan yang berimbas pada sikap kepedulian lingkungan atau karakter konservatif (Sumarni, 2023); penguasaan materi dari kemampuan calon guru fisika dalam mengkaji setiap komponen STEAM (Kusumawati et al., 2022) dalam rancangan pembuatan proyek produk yang dibuatnya; pemahaman konsep dari kemampuan calon guru fisika dalam merepresentasikan pemecahan masalah melalui beragam representasi (*multiple representations*) (Kusumawati et al., 2020). Penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* ini menggunakan teknologi dalam pembelajarannya, sehingga kemampuan *computational thinking* calon guru fisika dapat dimanfaatkan melalui pembelajaran ini. Dengan demikian, penerapan model pembelajaran dengan model PESMIR berbantuan *Tracker* ini efektif dalam meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan.

## KESIMPULAN

Simpulan dalam penelitian ini adalah model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* efektif meningkatkan kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan. Tidak terdapat hubungan antara penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker*, dan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker* terhadap kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan. Terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil kompetensi profesional calon guru fisika dengan penerapan model PESMIR berbantuan *Tracker*, dan penerapan model PESMIR tanpa aplikasi *Tracker* dengan

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

---

nilai *sig.* (2-tailed)  $0,000 < 0,05$ . Terdapat pengaruh penerapan model PESMIR berbantuan aplikasi *Tracker* terhadap peningkatan kompetensi profesional calon guru fisika dalam mata kuliah Fisika Lingkungan dengan besar pengaruh 0,51 yang berada pada kategori sedang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia sebagai pemberi dana dalam Program Hibah Penelitian Disertasi Doktor (PDD) Tahun 2024.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anazifa, R. D., & Djukri, D. (2017). Project-based learning and problem-based learning: Are they effective to improve student's thinking skills?. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 346-355.
- Adriadi, A., Ihsan, M., Wulandari, T., Suprayogi, D., & Rayani, N. (2024). Analisis keterampilan proses sains mahasiswa pada mata kuliah biologi lingkungan prodi biologi fakultas sains dan teknologi. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1), 93-102.
- Anggriani, L. A., Hasnawati, H., & Nurhasanah, N. (2024). Development of Ethnoscience-Based Teaching Materials in Class V Elementari School. *Insights: Journal of Primary Education Research*, 1(1), 1-10.
- Ardelia, F. F., & Retnani, E. D. (2024). Pengaruh pengungkapan sustainability report, profitabilitas, dan leverage terhadap nilai perusahaan. *Jurnal Ilmu dan Riset Akuntansi (JIRA)*, 13(2).
- Dudung, A. (2018). Kompetensi profesional guru. *JKKP (Jurnal Kesejahteraan Keluarga Dan Pendidikan)*, 5(1), 9-19.
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis PjBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis. *Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209-226.
- Guentulle, V., Muñoz, R., Nussbaum, M., & Madariaga, L. (2024). How Multiple Representations Using Cyber-Physical System to Teach Rectilinear Motion Improves Learning and Creativity. *Education Sciences*, 14(3), 293.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Score. American Educational Association's Division D, Measurement and Research Methodology
- Handayani, I. D., Lestari, D. A. P., & Sulistyowati, S. (2023). Analisis konstanta pegas dan percepatan gravitasi ayunan sederhana dengan tracker video analysis untuk meningkatkan computational thinking. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 9(1), 155-161.
- Hernanda, Y., Kaporina, A., & Nurlaily, D. (2023). AnalisisTingkat Pengangguran Provinsi Kalimantan Timur Menggunakan Sign test, Wilcoxon Test dan Paired Sample t-Test. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Matematika (SEMIOTIKA)*, 2 (1), 94-102.
- Hoerunnisa, M., Purnamasari, S., & Rahmaniari, A. (2024). Analisis Implementasi Science Technology Engineering Mathematics (STEM) dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(1), 79-89.
- Inayah, M., Wulandari, A., Hikmatunisa, N. P., Fadillah, D. H. N., Delarosa, S. G., Muslih, R. N., ... & Latifa, A. (2024). Perbandingan Keefektifan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PJBL) Dan Inkuiri Terhadap Penguasaan Konsep dan Peningkatan Hasil Belajar Siswa Mengenai Materi Kemagnetan. *Al Qodiri: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Keagamaan*, 21(3), 1061-1083.

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

---

- Izzania, R. A., Sumarni, W., & Harjono, H. (2024). Pengembangan E-Modul Ajar Kimia Hijau Bermuatan Etno-STEM Berbasis Guided Inquiry untuk Membekali Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1), 7-16.
- Kiswanto, H. (2022). *Fisika Lingkungan: Memahami Alam dengan Fisika*. Syiah Kuala University Press.
- Kurniawan, F., & Gustiawati, R. (2024). Pengaruh Metode Circuit Training Terhadap Kemampuan Vo2max Dalam Permainan Sepakbola Siswa Smpn 1 Tambelang. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(1), 690-698.
- Kusumawati, I. (2018). Implementasi Hubungan Multipel Inteligensi (MI) Dan Multipel Representasi (MR) Berbantuan Microsoft VBA Pada Materi Optika Geometri Mahasiswa Pendidikan Fisika. *Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, pp. 273-278.
- Kusumawati, I., Kahar, M. S., Khoiri, A., & Mursidi, A. (2019). Differences analysis understanding the concept of students between the three islands (Java, Kalimantan, Papua) through multiple representations approaches to the material of Time Dilation. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1153 (1), 012145. IOP Publishing.
- Kusumawati, I., Sumarli, S., Sutopo, S., & Kusairi, S. (2020). Effectiveness of HOTS-Based Multiple Representation Learning Model in Circular Motion Material. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 5(1), 23-30.
- Kusumawati, I., Marwoto, P., Rusilowati, A., Sumarni, W., & Mursidi, A. (2022). Dampak Model Pembelajaran Steam-2C. Terintegrasi Pjbl Dalam Pembelajaran IPA. In *Proceeding Seminar Nasional IPA*, 181-192.
- Lilliefors, H. W. (1967). On the Kolmogorov-Smirnov Test for Normality with Mean and Variance Unknown. *Journal of the American Statistical Association*, 62(318), 399-402. <https://doi.org/10.1080/01621459.1967.10482916>.
- Linggarwati, T., Haryanto, A., & Mahayasa, D. P. S. (2024). Pemberdayaan Kepala Desa Di Kabupaten Banyumas Berdasarkan Asean+ 3 Village Leaders Programme. In *Prosiding Seminar Nasional LPPM UNSOED*, 13 (1), 833-840.
- Maanu, V., Boateng, F. O., Appiagyei, E., & Edo, H. (2024). Connectivity and Application of the Principle of Multiple Intelligences in the Three Domains of Learning Mathematics. *Journal of Mathematics Instruction, Social Research and Opinion*, 3(2), 113-128.
- Martawijaya, M. A., Rahmadhanningsih, S., Swandi, A., Hasyim, M., & Sujiono, E. H. (2023). The Effect of Applying the Ethno-STEM-Project-based Learning Model on Students' Higher-order Thinking Skill and Misconception of Physics Topics Related to Lake Tempe, Indonesia. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 1-13.
- Namora, D., Amril, M., & Tambak, S. (2023). A Kompetensi Kepribadian Berbasis Makarim Al-Syari'ah serta Implikasinya pada Profesionalisme Guru Madrasah. *Jurnal Pendidikan Agama Islam Al-Thariqah*, 8(2).
- Nurchayati, S. A., Haji, S., & Agustinsa, R. (2024). Pengembangan LKPD berbasis project based learning untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa kelas VIII SMPN 6 Seluma. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 126-141.
- Prajoko, S., Sukmawati, I., Maris, A. F., & Wulanjani, A. N. (2023). Project based learning (pjbl) model with stem approach on students' conceptual understanding and creativity. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(3), 401-409.
- Pusvita, Y., & Sumardi, H. (2024). Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Pemahaman Konsep Matematika Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Smp Kota Bengkulu. *Jurnal Math-UMB. EDU*, 11(2), 137-143

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

---

- Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), pp. 2099-2104.
- Septia, A. (2024). Analisis Pelaksanaan Asistensi Mengajar FKIP Universitas Riau Ilmu Fisika di MA Darul Hikmah. *Jurnal Humaniora dan Ilmu Pendidikan*, 3(2), 57-66.
- Setyoningsih, A. I. (2024). Pedagogical Content Knowledge (PCK) Guru Biologi SMA Se-Kartasura dalam Menyusun Modul Ajar. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(2), 1819-1832.
- Siahaan, R. (2022). Kompetensi Profesional Guru Menerapkan Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) Melalui Workshop. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(1), 40-44.
- Sudarmin, S., Sumarni, W., Endang, P. R. S., & Susilogati, S. S. (2019). Implementing the model of project-based learning: integrated with ETHNO-STEM to develop students' entrepreneurial characters. In *Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing*, 1317(1), p. 012145.
- Sudarmin, Sumarni, W., & Tresnawati, N., dkk. (2021). Berkreasi Mendesain Pembelajaran Berbasis Etnosains untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan, Magelang: Pustaka Rumah Cinta.
- Sukmawijaya, Y., Suhendar, S., & Juhanda, A. (2019). Pengaruh model pembelajaran stem-pjbl terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi pencemaran lingkungan. *Jurnal BIOEDUIN*, 9(2), 28-43.
- Sugiyono. (2018). Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- 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.
- Sumarni, W. (2023). PjBL-Ethno-STEM: Potensi dan Kontribusinya dalam Peningkatan Keterampilan Abad 21 dan Karakter Konservasi Mahasiswa. *Bookchapter Pendidikan Universitas Negeri Semarang*, 6.
- Sumarsih, S. (2023). Upaya Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa melalui Pembelajaran dengan Model Project Based Learning. *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(6), 2406-2424
- Suryani, Y. (2024). E-LKM Berbasis PJBL Terintegrasi Etno-STEM pada Materi IPA dalam Menumbuhkan Karakter Peduli Lingkungan pada Mahasiswa. *Harmoni Media Dan Metode Dalam Pembelajaran IPA*, 99.
- Tumbel, M. E. (2024). Application of Project-Based Learning to Improve the 4C Abilities (Critical Thinking, Creativity, Collaboration, and Communication) of Children Aged 5-6 Years. *International Journal of Information Technology and Education*, 3(2), 8-14.
- Utami, I. H., & Hasanah, A. (2020). Kompetensi profesional guru dalam penerapan pembelajaran tematik di SD Negeri Maguwoharjo 1 Yogyakarta. *Pionir: jurnal pendidikan*, 8(2).
- Wijanarko, A. G., Supardi, K. I., & Marwoto, P. (2017). Keefektifan model project based learning terbimbing untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar IPA. *Journal of Primary Education*, 6(2), 120-125.
- Yamin, M. (2007). Profesionalisasi Guru dan Implementasi KTSP. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Yulianti, A., & Hasim, H. (2024). Komunikasi Pariwisata Berbasis Kearifan Lokal Dalam Mengembangkan Potensi Wisata Di Situ Lengkong Panjalu. *RISOMA: Jurnal Riset Sosial Humaniora dan Pendidikan*, 2(2), 61-73.