

# EFEKTIVITAS MODEL PBL DENGAN PENDEKATAN STEAM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMODELAN MATEMATIS PADA MATERI LISTRIK STATIS

Oleh :

**Helsi Hardiana<sup>1)</sup>, Stepanus Sahala Sitompul<sup>2)</sup>, Hamdani<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tanjungpura

<sup>1</sup>email: f1051201002@student.untan.ac.id

<sup>2</sup>email: stepanus.sahala.sitompul@fkip.untan.ac.id

## Informasi Artikel

### Riwayat Artikel :

Submit, 12 Februari 2024

Revisi, 3 Mei 2024

Diterima, 4 Mei 2024

Publish, 15 Mei 2024

### Kata Kunci :

PBL,

STEAM,

Kemampuan Pemodelan Matematis.

## ABSTRAK

Salah satu keterampilan abad-21 yang harus ditanamkan dalam diri peserta didik adalah kemampuan pemecahan masalah (*problem solving*), terutama dalam pembelajaran fisika. Dalam proses pemecahan masalah fisika tentu peserta didik akan melibatkan kemampuan matematis didalamnya. Sehingga, diperlukan upaya untuk melatih peserta didik agar mahir dalam menerapkan persamaan matematis dalam memecahkan masalah fisika yang disebut kemampuan pemodelan matematis (KPM) dalam fisika. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektivitasan model PBL dengan pendekatan STEAM untuk meningkatkan kemampuan pemodelan matematis (KPM) peserta didik pada materi listrik statis di SMP Negeri 2 Pontianak. Bentuk penelitian ini yaitu *pre-experimental design* jenis *one-group pretest-posttest design*. Sampel penelitian yakni peserta didik kelas IX B di SMP Negeri 2 Pontianak (32 orang). Berdasarkan hasil Uji Wilcoxon nilai *Asymp. Sig (2-Tailed)* sebesar 0.000 ( $z < 0.05$ ) hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan pemodelan matematis peserta didik pada pretest dan posttest, dengan tingkat keefektivitasan berada pada kategori sangat tinggi ( $d = 5,46$ ). Berdasarkan data angket respon sebanyak 97% peserta didik memberikan respon yang sangat baik terhadap perlakuan, dan 3% berkategori baik. Kesimpulan penelitian yakni penerapan model PBL dengan pendekatan STEAM efektif untuk meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik pada materi listrik statis di SMP Negeri 2 Pontianak.



This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



## Corresponding Author:

Nama: Helsi Hardiana

Afiliasi: Universitas Tanjungpura

Email: stepanus.sahala.sitompul@fkip.untan.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

Pendidikan abad-21 mengharuskan guru untuk mengubah pandangannya terhadap proses pembelajaran (Liu, 2022). Proses pembelajaran yang pada awalnya berfokus pada mata pelajaran menjadi berfokus pada peserta didik, dari mengajarkan pengetahuan pada peserta didik menjadi membelajarkan peserta didik untuk belajar, dari berfokus pada kesimpulan menjadi berfokus pada proses (Liu, 2022). Selain itu, guru juga harus menyelenggarakan proses pembelajaran yang dapat

menjamin peserta didik untuk memiliki keterampilan abad-21 (Andrian & Rusman, 2019). Salah satu keterampilan abad-21 yang harus dimiliki oleh peserta didik adalah keterampilan untuk berfikir kritis dan memecahkan masalah (*critical-thinking and problem-solving skills*) (Jayadi, Putri, & Johan, 2020).

Namun menurut Mariani & Susanti (2019) kemampuan pemecahan masalah peserta didik masih tergolong rendah. Hal ini dikarenakan proses pembelajaran masih berpusat pada guru (Sakinah, Hiltrimartin, Hartono, & Indaryanti, 2020). Serta

penggunaan model pembelajaran yang kurang tepat dalam proses pembelajaran (Ariska, dalam Mariani & Susanti, 2019). Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah tersebut guru harus merancang pembelajaran yang berfokus pada pembentukan keterampilan pemecahan masalah dalam diri peserta didik dengan menggunakan proses pembelajaran berbasis masalah (Sakinah et al., 2020).

Menurut Michael Atiyah pada abad-21 akan terjadi hubungan yang kuat antara matematika dan fisika (Michelsen, 2015). Contoh hubungan matematika dan fisika yaitu untuk merepresentasikan konsep fisika dalam bentuk model matematika (Suswati, Mirwani, & Rahmawati, 2020), dan prosesnya disebut pemodelan matematis (Kumala Sari, 2020).

Saat ini guru-guru di negara lain di seluruh dunia juga sedang berurusan dengan tantangan membelajarkan kemampuan pemodelan matematis (Riyanto, Zulkardi, Putri, & Darmawijoyo, 2019). Hal ini dikarenakan, pemodelan matematis dapat melatih kemampuan pemecahan masalah, dan melatih kemampuan abad-21 pada peserta didik seperti kolaborasi, komunikasi, berfikir kritis, kreativitas dan *High Order High Order Thinking Skill* (HOTS) (Riyanto et al., 2019).

Pemodelan matematis memiliki peranan penting dalam fisika (Retnawati, Arlinwibowo, Wulandari, & Pradani, 2018). Peran penting yang pertama yaitu, pemodelan matematis digunakan sebagai alat untuk menyelesaikan masalah dalam fisika, bahkan secara spesifik dapat memprediksi sistem dalam fisika (Retnawati et al., 2018). Kemudian peranan lainnya yaitu, pemodelan matematis dapat mendukung proses pembelajaran, dan membantu menerjemahkan suatu permasalahan nyata ke dalam model matematika (Nurjumiati, Yulianci & Syahriani, 2022). Oleh karena itu, kemampuan pemodelan matematis menjadi salah satu keterampilan dasar sains yang harus dimiliki peserta didik dengan alasan bahwa, apabila peserta didik memiliki kemampuan pemodelan matematis maka akan mempermudah peserta didik dalam mempelajari fisika (Kabil, 2015). Bahkan secara lebih rinci dijelaskan oleh Redish (2017) tujuan utama fisika adalah untuk membuat model matematika yang memungkinkan memprediksi dan menjelaskan tentang fenomena fisika.

Pemodelan matematis memang memiliki peranan penting dalam fisika, namun pemodelan matematis juga menjadi permasalahan mendasar dalam pendidikan fisika (Kabil, 2015). Penyebabnya adalah guru cenderung hanya berkonsentrasi pada perhitungan matematis daripada pada konsep ilmiah dan kurang membantu peserta didik untuk memahami simbol-simbol yang digunakan dalam fisika sehingga menyebabkan peserta didik tidak dapat memahami makna di balik persamaan fisika tersebut (Kabil, 2015). Selain itu, seringkali dalam membelajarkan fisika guru bahkan membuat fisika seolah-olah hanya

berisi dengan rumus matematis yang harus dihafal oleh peserta didik. Sehingga peserta didik beranggapan bahwa fisika hanyalah perwujudan dari berbagai persamaan dan rumus yang abstrak. Padahal setiap simbol dalam persamaan fisika mewakili konsep fisika dan memiliki makna tertentu (Kabil, 2015).

Pembahasan mengenai rendahnya kemampuan pemodelan matematis peserta didik dalam mempelajari fisika telah dibuktikan oleh beberapa hasil penelitian. Edward F. Redish dalam penelitiannya yang berjudul "*Analysing the Competency of Mathematical Modelling in Physics*" pada tahun 2017 menjelaskan bahwa "*These students treated the physics as a pure math problem*" (Redish, 2017), yang artinya peserta didik memperlakukan fisika seperti masalah matematika murni. Padahal, penggunaan matematika oleh fisikawan di dalam fisika berbeda dengan penggunaan matematika yang dilakukan oleh matematikawan di dalam matematika (Redish & Kuo, 2015). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian lain tentang rendahnya kemampuan pemodelan matematis peserta didik yaitu: (1) Menurut Nurjumiati & Yulianci (2019) kemampuan pemodelan matematis dan pemahaman bahasa simbolik fisika peserta didik masih tergolong rendah, (2) Putri, Firdaus, & Angraeni (2018) menyatakan bahwa peserta didik belum mengerti simbol-simbol dari persamaan fisika yang digunakan, padahal simbol-simbol persamaan yang digunakan di dalam fisika sangat membantu dalam mengkomunikasikan ide yang kompleks menjadi lebih sederhana.

Untuk memperkuat fakta tentang rendahnya kemampuan pemodelan matematis peserta didik, maka peneliti melakukan kegiatan prariset di SMP Negeri 2 Pontianak. Berdasarkan kegiatan prariset yang telah dilakukan di SMP Negeri 2 Pontianak diperoleh hasil observasi yaitu permasalahan yang menjadi faktor penyebab peserta didik mengalami kesulitan didalam mempelajari fisika adalah peserta didik kurang memahami makna-makna dalam simbol fisika dan kesulitan untuk menggunakan persamaan yang tepat untuk menyelesaikan soal fisika. Hal ini juga didasari dari hasil wawancara yang dilakukan dengan salah satu guru IPA kelas IX di SMP Negeri 2 Pontianak, didapatkan informasi bahwa peserta didik masih belum mampu memahami fisika khususnya dalam simbol matematisnya. Selain itu, hasil ulangan harian peserta didik pada materi listrik statis masih belum mencapai kriteria ketuntasan minimum. Adanya permasalahan tersebut mengakibatkan terdapat 31 orang peserta didik tidak mencapai KKM (nilai KKM=80) pada materi listrik statis. Kemudian untuk mengetahui tingkat kemampuan pemodelan matematis peserta didik secara spesifik, maka peserta didik diberikan tes pemodelan matematis yang telah dilakukan pada tanggal 9 Februari 2023 di SMP Negeri 2 Pontianak. Berdasarkan hasil tes tersebut didapatkan data bahwa sebanyak 49% peserta didik berada pada kategori sangat rendah dalam

mengidentifikasi situasi masalah, 97% peserta didik berada pada kategori sangat rendah dalam merepresentasikan masalah kedalam bentuk matematis, 97% berada pada kategori sangat rendah dalam menganalisis hubungan matematis, dan 100% berada dalam kategori sangat rendah dalam menginterpretasi model matematika dalam konteks fenomena dunia nyata (membuat solusi). Oleh karena itu, diperlukan pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik.

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah peneliti lakukan, didapatkan referensi bahwa model pembelajaran yang dapat melatih kemampuan pemodelan matematis peserta didik adalah model PBL (Sakinah et al., 2020). Model PBL berfokus pada masalah yang dapat dikaitkan dengan konsep fisika sehingga peserta didik dapat mempelajari konsep fisika dan mempelajari metode ilmiah pemecahan masalah (Sakinah et al., 2020). Dalam pembelajaran berbasis masalah peserta didik difokuskan pada masalah, sehingga mereka memiliki kesempatan untuk lebih memahami masalah, dan akhirnya dengan pemahaman yang baik siswa dapat memodelkan permasalahan ke dalam bentuk matematika (Sakinah et al., 2020). Selain itu penerapan model PBL dalam pembelajaran matematika terbukti dapat meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik kelas 10 SMA Negeri 2 Palembang, diketahui bahwa dari 34 siswa yang mengikuti tes, sebanyak 64,70% memiliki kemampuan pemodelan matematis yang dikategorikan sangat baik dalam model PBL (Sakinah et al., 2020). Sehingga tidak menutup kemungkinan, model PBL juga dapat meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik di dalam pembelajaran fisika.

Model *Problem-Based Learning* (PBL) juga merupakan model pembelajaran berbasis masalah yang mengaplikasikan unsur-unsur pembelajaran abad-21 dalam tahapan pembelajaran (Miyarso, 2019). Dengan mengaplikasikan unsur-unsur pembelajaran abad-21, model pembelajaran ini dapat mempersiapkan peserta didik untuk berfikir kritis dan analitis (Prayogi & Estetika, 2019), dan dapat meningkatkan kemampuan pemecahan peserta didik pada mata pelajaran fisika sebanyak 88% (Firmansyah, Sukarno, Kafrita, & Farisi, 2022).

Pendekatan pembelajaran yang dapat diintegrasikan kedalam model PBL yaitu pendekatan *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematic* (STEAM) (Angga, 2022). Pengintegrasian pendekatan STEAM kedalam model PBL dapat meningkatkan minat belajar peserta didik dan kemampuan peserta didik dalam matematika dan sains, sehingga memudahkan peserta didik memahami materi yang mereka pelajari dalam proses pembelajaran (Suwono, Malang, & Soemawinata, dalam Angga, 2022). Selain itu pendekatan STEAM dapat meningkatkan kemampuan matematika dan

sains, dan melatih keterampilan abad-21 peserta didik (Astutik & Hariyati, 2021).

Pendekatan ini juga merupakan pendekatan yang dapat membelajarkan kemampuan pemodelan matematis pada peserta didik adalah pendekatan STEAM (Liu, 2022). Pendekatan STEAM akan mendukung pembentukan keterampilan abad-21 pada diri peserta didik, dan membantu meningkatkan kemampuan sains dan matematika. Menurut Liu (2022) dengan menerapkan pendekatan STEAM dapat membantu peserta didik memahami konsep dan istilah dalam pembelajaran dan dapat menyoroti karakteristik matematika dalam materi pembelajaran dengan tidak melupakan perkembangan pemikiran desain teknik peserta didik. Pendekatan STEAM juga dapat melatih kemampuan pemodelan matematis pada peserta didik, serta memiliki pengaruh yang baik terhadap proses pembelajaran, keterampilan teknik, kompetensi matematika, dan kemampuan berfikir kreatif peserta didik (Viet Cuong, Hong Quang, & Trung Tinh, 2020). Saat ini penelitian mengenai model pembelajaran dan pendekatan apa yang cocok untuk membelajarkan kemampuan pemodelan matematis di dalam pendidikan fisika masih sedikit sekali dilakukan, padahal pemodelan matematis sangat berperan penting dalam proses penyelesaian masalah fisika, oleh karena itu dilakukan penelitian tentang "Efektivitas Model *Problem-Based Learning* Dengan Pendekatan STEAM Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemodelan Matematis Peserta Didik Pada Materi Listrik Statis Di SMP Negeri 2 Pontianak". Selanjutnya diharapkan penelitian ini dapat menjadi alternatif penyelesaian mengenai rendahnya kemampuan pemodelan matematis peserta didik.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan bentuk *pre-experimental design* jenis penelitian *one-group pretest posttest design*. Sampel penelitian adalah peserta didik kelas IXB (32 orang peserta didik) di SMP Negeri 2 Pontianak. Pada awal penelitian sampel diberikan soal pretest terlebih dahulu, kemudian peserta didik diberikan perlakuan berupa penerapan model PBL dengan pendekatan STEAM. Proses pembelajaran dilakukan selama tiga kali pertemuan tatap muka. Kemudian, setelah diberikan perlakuan peserta didik akan diberikan soal posttest dan angket respon. Adapun tahapan penelitian terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Rancangan Penelitian

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah 3 soal tes kemampuan pemodelan matematis (KPM) dalam bentuk essay. Setiap soal tes mengangkat permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang dikaitkan dengan konsep fisika listrik statis dan harus diselesaikan berdasarkan langkah-langkah

pemecahan masalah menggunakan tahapan pemodelan matematis yang dikutip dari Zulkarnaen (2018). Dengan indikator kemampuan pemodelan matematis yang dimaksud adalah sebagai berikut: (1) Identifikasi situasi masalah fisika, (2) Merepresentasikan masalah kedalam bentuk matematis, (3) Menganalisis hubungan matematis, (4) Membuat solusi permasalahan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini telah divalidasi oleh ahli diantaranya (1) dua orang dosen dan (2) satu orang guru IPA. Setelah divalidasi, dan didapatkan hasil bahwa instrumen sangat valid untuk digunakan. Langkah selanjutnya adalah melakukan tahap uji coba soal. Uji coba soal bertujuan untuk melihat apakah instrumen tes KPM yang akan digunakan reliabel. Sehingga instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini telah teruji kevalidan dan ke reliabilitasnya yang dilakukan menggunakan SPSS 25.

Setelah instrumen tes diuji kevalidan dan ke reliabilitasnya, maka instrumen tersebut kemudian digunakan untuk mengukur kemampuan pemodelan matematis peserta didik. Pada tahap awal peserta didik akan diberikan pretest untuk mengukur kemampuan awal peserta didik, kemudian diberikan perlakuan, dan terakhir diberikan posttest. Soal pretest dan posttest adalah sama. Adapun dalam penilaian pemecahan masalah yang dilakukan peserta didik dengan menggunakan tahapan pemodelan matematis menggunakan pedoman penskoran yang dikutip dari Zulkarnaen (2018), dengan penskoran sebagai berikut.

Tabel 2 Pedoman Penskoran

Kategori	Keterangan	Skor
NS	Tidak menjawab	0
UIP	Langkah pengerjaan tidak sesuai	1
ISWE	Tidak selesai menjawab, dan terdapat kesalahan	2
ISWNE	Tidak selesai menjawab, tapi tidak terdapat kesalahan	3
CSWE	Selesai menjawab, tapi terdapat kesalahan	4
CSWNE	Selesai menjawab, dan tidak terdapat kesalahan	5

Adapun tahapan analisis skor KPM pada pretest dan posttest yakni sebagai berikut: (1) Uji statistik inferensial untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan skor KPM antara pretest dan posttest dengan bantuan SPSS 25 dan kemudian jika terdapat perbedaan pada pretest dan posttest, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji efektivitas perlakuan menggunakan metode *effect size*.

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan skor KPM peserta didik antara pretest dan posttest maka digunakan uji T 2-sampel dependen atau uji Wilcoxon (Sugiyono, 2021). Uji T digunakan apabila data skor KPM pada pretest dan posttest memenuhi prasyarat analisis, dan uji Wilcoxon digunakan apabila data skor KPM tidak memenuhi prasyarat analisis. Pengujian data dalam penelitian ini menggunakan bantuan aplikasi SPSS 25. Adapun untuk mengetahui tingkat keefektifan perlakuan maka peneliti

menggunakan uji *effect size* (Widyastuti & Airlanda, 2021).

Adapun rumus uji *effect size* adalah sebagai berikut:

$$d = \frac{\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre}}{\sqrt{\frac{S^2_{pre} + S^2_{post}}{2}}}$$

Dengan kriteria *effect size* (Widyastuti, & Airlanda 2021) terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kriteria effect size

Nilai N-Gain	Kriteria
$0 < d \leq 0,2$	Efektivitas Rendah
$0,2 < d \leq 0,5$	Efektivitas Sedang
$0,5 < d \leq 0,8$	Efektivitas Tinggi
$d > 0,8$	Efektivitas Sangat Tinggi

Kemudian, setelah perlakuan peserta didik juga akan diberikan angket untuk mengetahui respon peserta didik terhadap proses pembelajaran. Adapun angket respon yang digunakan dalam penelitian terdiri dari 15 butir pernyataan, dimana butir-butir tersebut diuraikan dari indikator respon yakni indikator relevansi dan indikator reaksi (Kusuma, Candramila, & Ariyati, 2017). Indikator reaksi terbagi lagi menjadi tiga buah aspek yakni (1) perhatian, (2) kepuasan, dan (3) kepercayaan diri. Angket terdiri dari 5 tingkatan jawaban yakni sangat setuju (SS), (2) setuju (S), ragu-ragu (RR), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS). Dengan pedoman penskoran terdapat pada Tabel 4 dan Tabel 5. Kemudian, berdasarkan Tabel 4 didapatkan jumlah respon peserta didik pada tiap kategori. Kemudian jumlah respon pada tiap kategori tersebut dipersentasekan menggunakan persamaan dibawah ini (Arikunto, 2018):

$$P = \frac{F}{n} \times 100\%$$

Tabel 4. Pedoman Penskoran Angket

Pernyataan	SS	S	RR	TS	STS
Positif	5	4	3	2	1
Negatif	1	2	3	4	5

Tabel 5. Kategori Skor Respon

Interval Skor	Kategori
$X > 55$	Sangat Baik
$45 < X \leq 55$	Baik
$35 < X \leq 45$	Tidak Baik
$X \leq 35$	Sangat Tidak Baik

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Penelitian

Berdasarkan tahapan metode penelitian, instrument tes di ujicobakan terlebih dahulu. Kemudian diuji validitas dan reliabilitasnya. Adapun hasil uji validitas dan reliabilitas indtrumen terdapat pada Tabel 4, dan Tabel 5.

Tabel 6 Hasil validitas konstruk

No Soal	Pearson Correlation	Keterangan	Kategori
Soal 1	1	Valid	Tinggi
Soal 2	.601**	Valid	Sangat Tinggi
Soal 3	.439*	Valid	Sangat Tinggi
N		32	

Tabel 7 Hasil uji reliabilitas  
**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items	Keterangan	Kategori
.842	4	Reliabel	Sangat Tinggi

Tahap pertama untuk mengetahui keefektivitasan model PBL dengan pendekatan STEAM terhadap KPM peserta didik adalah dengan menguji apakah terdapat perbedaan skor pretest dan posttest peserta didik. Untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan skor KPM peserta didik pada pretest dan posttest maka digunakan uji Wilcoxon. Hal ini dikarenakan data skor KPM peserta didik tidak terdistribusi normal. Adapun hasil uji Wilcoxon terdapat pada Tabel 3.

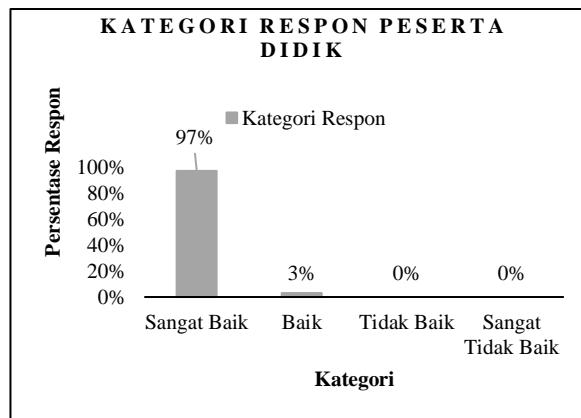
Tabel 8 Hasil uji Wilcoxon

Tes Statistics	
Z	Posttest-Pretest -4.940 <sup>b</sup>
Asymp. Sig.(2-Tailed)	.000

Berdasarkan tabel tersebut didapatkan hasil bahwa Asymp.Sig adalah 0,000. Nilai Asym. Sig. (2-tailed) pada hasil perhitungan lebih kecil dari 0,05 (0,000<0,005). Sehingga berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka Ho ditolak, dan Ha diterima, dan menghasilkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan kemampuan pemodelan matematis sebelum dan sesudah diterapkan model *Problem-Based Learning* dengan pendekatan STEAM.

Kemudian setelah diketahui terdapat perbedaan skor KPM antara pretest dan posttest maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji efektivitas perlakuan. Berdasarkan analisis statistik yang telah dilakukan model *Problem-Based Learning* terbukti efektif untuk meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik dengan kategori keefektivan sangat tinggi. Hal ini ditunjukkan dari skor *effect size* sebesar 5,49.

Respon peserta didik terhadap proses pembelajaran berada pada kategori yang sangat baik. Pada angket respon mencakup dua buah indikator yakni indikator relevansi dan indikator reaksi (aspek: perhatian, kepuasan, dan kepercayaan diri). Hasil analisis menunjukkan 75% peserta didik menunjukkan respon yang sangat baik terhadap proses pembelajaran dan 25% peserta didik menunjukkan respon yang baik terhadap proses pembelajaran. Adapun diagram persentase respon peserta didik terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1 Persentase respon peserta didik terhadap proses pembelajaran

### Pembahasan

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon menunjukkan terdapat perbedaan KPM peserta didik pada pretest dan posttest. Perbedaan tersebut didasarkan pada skor total tes KPM peserta didik. Dimana skor total tersebut merupakan penjumlahan skor dari tiap langkah pemodelan matematis peserta didik. Oleh karena itu untuk membahas mengapa model PBL dengan pendekatan STEAM efektif untuk meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik maka akan diuraikan berdasarkan tiap langkah pemodelan matematis, dengan pembahasan sebagai berikut:

- Identifikasi situasi masalah dalam fisika

Selama penelitian (3 kali pertemuan tatap muka) peserta didik dilatih untuk mengidentifikasi situasi masalah melalui sintaks model PBL yakni orientasi situasi masalah, yang dibantu dengan unsur *Sains* dan *Technology* dalam pendekatan STEAM. Teknologi yang digunakan berupa, menampilkan video permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan konsep fisika, kemudian peserta didik diminta untuk menuliskan permasalahan dari video pembelajaran yang telah ditayangkan di LKPD mereka masing-masing. Permasalahan berkaitan dengan materi listrik statis diantaranya: (1) materi muatan dan hukum coulomb, permasalahan yang diangkat adalah baju menempel pada tubuh sehingga mengakibatkan rasa tidaknyaman, dan baju menjadi sulit dirapikan, (2) materi medan listrik, permasalahan yang diangkat adalah percikan api yang muncul pada ban mobil khususnya mobil yang mengangkut bahan bakar, sehingga percikan api tersebut dapat mengakibatkan tanki mobil terbakar, (3) materi potensial listrik, permasalahan yang diangkat adalah ESD (*Electrostatic Discharge*) pada komputer. Selama tiga kali pertemuan tatap muka tersebut, peserta didik dilatih untuk mengidentifikasi situasi masalah melalui model PBL pada sintaks orientasi situasi masalah. Ditambah lagi langkah mengidentifikasi situasi masalah pada KPM juga berkaitan dengan teori belajar bermakna yang melandasi model PBL. Model PBL yang juga dilandasi oleh teori belajar bermakna David Ausubel mengharuskan guru memfasilitasi peserta didik agar mampu mengaitkan pengalaman dan pengetahuan

peserta didik. Maka berdasarkan teori ini peneliti menggunakan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari sebagai *starting point* dalam proses pembelajaran yang disampaikan pada sintak mengorientasikan peserta didik terhadap masalah. Masalah disampaikan dengan bantuan *technology* sebagai unsur STEAM peneliti menampilkan permasalahan tersebut kepada peserta didik. Tujuan penggunaan video pembelajaran yang berisi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari adalah untuk mempermudah peserta didik dalam mengidentifikasi situasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Sebagaimana yang telah disampaikan oleh Rachmawati & Daryanto (2015) bahwa peserta didik harus mempelajari materi baru dengan cara yang tidak verbalistik (KBBI: bersifat hafalan) oleh karena itu peneliti berusaha menampilkan video permasalahan yang secara langsung dapat dilihat, didengar, dan diidentifikasi oleh peserta didik. Sehingga berdasarkan point-point penting tersebut (mengangkat permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, dan menggunakan video pembelajaran sebagai unsur STEAM) peneliti dapat melatih peserta didik untuk mengidentifikasi situasi permasalahan.

- Merepresentasikan situasi masalah kedalam bentuk matematis

Model PBL memiliki sintaks membimbing penyelidikan individu atau kelompok. Pada sintaks ini peserta didik akan diarahkan untuk melakukan kegiatan eksperimen menggunakan *phet simulation* ataupun menonton video pembelajaran yang telah disiapkan untuk membantu peserta didik mempelajari bagaimana proses permasalahan dapat terjadi. Setelah melakukan kegiatan tersebut, kemudian peserta didik membuat gambar sederhana yang menjelaskan bagaimana suatu permasalahan dapat terjadi dan mengaitkannya dengan konsep fisika serta menuliskan model matematisnya.

Pada STEAM unsur *science, technology, art*, dan *mathematics* terlibat untuk melatih indikator ini. Dikarenakan untuk merepresentasikan masalah peserta didik harus membuat gambar sederhana yang menjelaskan proses permasalahan (*art*) dan dikaitkan dengan konsep listrik statis, kemudian peserta didik menjelaskan konsep yang berkaitan dengan permasalahan (*science*) menuliskan persamaan matematisnya (*mathematics*), dan menggunakan *technology* untuk membantu merepresentasikan masalah kedalam bentuk matematis.

Didalam langkah pemodelan matematis sendiri indikator ini dilatihkan pada tahap *real-world model*. *Real-world model* merupakan langkah dimana masalah di dunia nyata disederhanakan untuk membangun model situasi yang nyata (Ferri, 2006). Proses merepresentasikan masalah baik dalam bentuk gambar maupun persamaan matematis bergantung pada tingkat kognitif individu. Oleh karena itu pada tahap ini peneliti sebagai guru memberikan bimbingan kepada peserta didik dalam kegiatan penyelidikan dan menyusun hasil penyelidikan kedalam LKPD.

Bantuan yang diberikan peneliti berupa pengarahannya kepada peserta didik mengenai apa yang harus mereka lakukan. Hal ini dilakukan berdasarkan teori kontruktivis sosial Vygotsky yang merupakan dasar teori model PBL dimana berdasarkan teori ini peneliti memberikan dukungan dan bantuan kepada peserta didik pada proses pembelajaran.

Teori belajar lain yang berkaitan adalah teori belajar bermakna dari David Ausubel. Dimana untuk melatih indikator ini peneliti memfasilitasi peserta didik untuk mengaitkan pengalaman dan pengetahuannya. Masalah yang diangkat sebisa mungkin peneliti ambil dari sekitar peserta didik, kemudian untuk memecahkan permasalahan tersebut peneliti memfasilitasi peserta didik untuk bisa memecahkan permasalahan dengan mengaitkannya dengan pengetahuan yang mereka pelajari. Fasilitas yang diberikan guru berupa memperbolehkan peserta didik untuk menggunakan *smartphone (technology)* dalam proses pembelajaran untuk melakukan kegiatan percobaan menggunakan *Phet Simulation* dan menonton video pembelajaran tentang bagaimana permasalahan dapat terjadi. Selain itu untuk mengaitkan permasalahan dengan konsep fisika peneliti mengarahkan peserta didik untuk membuka link tautan yang sudah dibagikan didalam grup kelas yang berisi pengaitan masalah dengan konsep listrik statis.

Berdasarkan teori belajar penemuan Jerome S. Bruner indikator ini dilatihkan pada tahap enaktif dan tahap ikonik. Tahap enaktif adalah tahap dimana peserta didik mempelajari materi pembelajaran yang bersifat abstrak melalui media yang bersifat konkret. Pada tahap ikonik materi pembelajaran yang bersifat abstrak dipelajari peserta didik, kemudian diamati melalui proses percobaan maupun menonton video pembelajaran, dan direpresentasikan kedalam bentuk gambar yang bersifat semi-konkret.

- Menganalisis hubungan matematis

Setelah peserta didik merepresentasikan masalah kedalam bentuk matematis dan menuliskan persamaan matematis yang berkaitan dengan permasalahan maka setelah itu peserta didik menganalisis hubungan matematis dan persamaan. Berdasarkan teori belajar konstruktivis sosial dimana pada awalnya peserta didik tidak mampu menghubungkan persamaan matematis maka pada tahap ini peneliti membantu peserta didik untuk menghubungkan persamaan matematis.

Berdasarkan teori dari Barret (2017) yang menyatakan bahwa pemberian bimbingan oleh pembelajar dalam proses pembelajaran berbasis masalah sangat penting. Dan terbukti pada saat pelaksanaan penelitian peneliti memberikan bimbingan kepada peserta didik, dan mereka akhirnya dapat membuat hubungan matematis antar simbol pada persamaan fisika yang mereka pelajari.

Hal ini juga didasarkan pada teori Barret (2017) yakni salah satu peran guru pada proses pembelajaran berbasis masalah adalah mengajukan

pertanyaan yang membimbing pemikiran kritis dan kreatif peserta didik. Dan terbukti dengan memberikan pertanyaan yang membimbing dalam proses pemecahan masalah peserta didik dapat memahami konsep fisika yang sedang dibelajarkan.

- Membuat solusi permasalahan

Pemodelan matematis dalam fisika merupakan proses untuk merepresentasikan masalah masalah dunia nyata menggunakan persamaan matematis berdasarkan konsep fisika untuk dicari solusi permasalahannya. Model PBL merupakan model pembelajaran untuk melatih kemampuan pemecahan masalah pada peserta didik guna mencari solusi dari permasalahan tersebut. Sehingga semua serangkaian proses pembelajaran pada model PBL berujung untuk memecahkan permasalahan dan mencari solusi penyelesaian. Hal tersebut dapat melatih kemampuan pemodelan matematis peserta didik pada indikator menginterpretasi model matematika kedalam konteks dunia nyata. Dimana pada indikator ini peserta didik ditekankan untuk menafsirkan hubungan matematis yang telah dibuat untuk mendapatkan solusi permasalahan dan diterapkan didalam kehidupan nyata.

Berdasarkan teori belajar penemuan oleh Jerome S Bruner proses pembelajaran akan berjalan dengan baik apabila guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan kegiatan penemuan. Maka dalam kegiatan PBL peserta didik dilatih untuk menemukan solusi permasalahan, maka hal ini tentu akan melatih kemampuan peserta didik untuk menemukan solusi permasalahan berdasarkan hubungan matematis persamaan fisika yang berkaitan dengan masalah. Sehingga model PBL dapat melatih kemampuan peserta didik untuk menginterpretasikan model matematika kedalam dunia nyata untuk mendapatkan solusi permasalahan.

Sama seperti indikator lain dalam KPM, indikator ini menerapkan unsur pendekatan STEAM baik itu *science*, *engineering*, *art*, dan *mathematics*. Karena untuk mampu melakukan indikator ini maka peserta didik harus melalui serangkaian kegiatan pemecahan masalah yang sistematis (*engineering*) hingga mendapatkan solusi dari permasalahan. Sebagaimana yang telah disampaikan oleh Setiawan & Saputri (dalam Razi & Zhou,2022) tujuan pendekatan STEAM adalah untuk mengembangkan kemampuan kognitif peserta didik, meningkatkan kemampuan berfikir kritis, dan juga melatih peserta didik untuk melakukan kegiatan pemecahan masalah.

Hal ini membuktikan bahwa dengan penerapan model *Problem-Based Learning* dengan pendekatan STEAM dapat meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik. Hal ini dikarenakan pada awal pembelajaran peserta didik disajikan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari yang menjadi *starting point* dalam proses pembelajaran. Masalah disampaikan dengan bantuan *technology* sebagai unsur STEAM peneliti menampilkan permasalahan tersebut kepada peserta didik berupa

video pembelajaran. Tujuan penggunaan video pembelajaran adalah untuk mempermudah peserta didik dalam mengidentifikasi situasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Sebagaimana yang telah disampaikan oleh Rachmawati & Daryanto (2015) bahwa peserta didik harus mempelajari materi baru dengan cara yang tidak verbalistik (KBBI: bersifat hafalan) oleh karena itu peneliti berusaha menampilkan video permasalahan yang secara langsung dapat dilihat, didengar, dan diidentifikasi oleh peserta didik. Sehingga berdasarkan point point penting tersebut (mengangkat permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, dan menggunakan video pembelajaran sebagai unsur STEAM) peneliti dapat melatih peserta didik untuk mengidentifikasi situasi permasalahan.

Hasil penelitian ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sakinah et.al (2020) bahwa model PBL terbukti dapat meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik pada materi persamaan linear tiga variabel (SPLTV) di kelas 10 SMA Negeri 2 Palembang dan juga hasil penelitian yang dilakukan oleh Viet Cuong, Hong Quang, & Trung Tinh (2020) pendekatan STEAM dapat melatih kemampuan pemodelan matematis pada peserta didik. Maka berdasarkan hal tersebut penelitian ini akan menguatkan temuan-temuan sebelumnya dan membuktikan kebenaran temuan sebelumnya bahwa model *Problem-Base Learning* dengan pendekatan STEAM dapat meningkatkan kemampuan pemodelan matematis.

Hasil temuan ini juga sesuai dengan hasil penelitian dari Dibyantini & Azaria (2020) model PBL dapat meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik pada pembelajaran kimia materi larutan penyangga dengan keefektivan pada kategori sedang. Bahkan temuan penelitian yang dilakukan peneliti ini menunjukkan kategori keefektivan yang lebih tinggi dari penelitian sebelumnya. Karena pada penelitian sebelumnya kategori keefektivan berada pada kategori sedang, sedangkan pada penelitian ini kategori keefektivan berada pada kategori yang sangat tinggi.

#### **Respon Peserta Didik**

Indikator relevansi terdiri dari 6 buah pernyataan. Pernyataan yang paling banyak mendapatkan jawaban dengan skor 5 adalah pernyataan nomor 1 yakni pernyataan yang menyatakan bahwa "Materi pembelajaran yang diajarkan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang disampaikan guru pada awal pembelajaran". Sebanyak 23 orang peserta didik menyatakan sangat setuju dengan pernyataan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa, proses pembelajaran yang dilakukan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Sehingga dapat melatih kemampuan pemodelan matematis peserta didik. Pada indikator reaksi terdiri dari beberapa aspek yakni aspek perhatian peserta didik terhadap proses pembelajaran, aspek kepuasan peserta didik terhadap proses pembelajaran, dan aspek kepercayaan diri

peserta didik. Pada aspek perhatian peserta didik terhadap proses pembelajaran diuraikan menjadi 3 butir pernyataan yakni pada nomor 4,5, dan 7. Butir pernyataan yang paling banyak mendapatkan skor 5 adalah butir nomor 7. Pernyataan no 7 menyatakan bahwa “Saya ikut dalam kegiatan diskusi kelompok”. Sebanyak 18 orang peserta didik sangat setuju dengan pernyataan tersebut. Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilakukan peneliti melihat peserta didik ikut serta secara aktif pada saat diskusi kelompok dikarenakan mereka telah dibagi tugas, dan mereka secara aktif mengajukan pertanyaan kepada peneliti terkait hal-hal yang tidak mereka pahami selama melakukan kegiatan pemecahan masalah. Hal ini membuktikan bahwa peneliti telah mampu membangun suasana belajar yang nyaman dan menantang sebagaimana yang telah dijelaskan Barret (2017) bahwa salah satu peran guru dalam proses pembelajaran menggunakan model PBL adalah mendorong suasana belajar yang nyaman dan menantang. Ikut sertanya peserta didik dalam kegiatan diskusi kelompok menunjukkan bahwa peserta didik termotivasi untuk mengikuti proses pembelajaran. Hal ini sesuai dengan pendapat parket (dalam Razi & Zhou, 2022) bahwa salah satu tujuan dari pendekatan STEAM adalah untuk memotivasi peserta didik. Berkaitan dengan hal tersebut, salah satu faktor yang dapat meningkatkan motivasi pada peserta didik adalah penggunaan *technology* (unsur STEAM) dalam proses pembelajaran. Hal ini dikarenakan, dengan menggunakan bantuan teknologi seperti *smartphone* dalam proses pembelajaran akan membantu peserta didik dalam memahami penyebab suatu permasalahan terjadi dan kemudian dikaitkan dengan konsep listrik statis. Teori pendukung juga disampaikan oleh Belbase et.al (2022) mengatakan bahwa dengan mengintegrasikan seni kedalam pembelajaran dapat memotivasi peserta didik. Hal ini sesuai dengan keadaan yang terjadi dilapangan, peneliti melihat bahwa peserta didik terlihat sangat antusias dan berdiskusi sesama anggota kelompoknya untuk menggambar proses terjadinya suatu permasalahan dan mengaitkannya dengan konsep listrik statis.

Pada aspek kepuasan, terdiri dari 3 butir pernyataan yaitu pernyataan nomor 6, 8 dan 12. Pernyataan yang paling banyak mendapatkan skor 5 adalah pernyataan nomor 6 yakni pernyataan yang menyatakan bahwa “Saya merasa senang ketika mengikuti proses pembelajaran yang bertujuan untuk mencari solusi permasalahan di lingkungan sekitar”. Pernyataan ini merupakan pernyataan pada nomor 6 didalam angket respon peserta didik. Sebanyak 18 orang peserta didik menyatakan sangat setuju bahwa mereka merasa senang ketika mengikuti proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil angket repon tersebut dapat disimpulkan bahwa perserta didik merasa senang ketika mengikuti proses pembelajaran yang bertujuan untuk mencari solusi permasalahan dilingkungan sekitar. Hal ini menunjukkan bahwa dengan

menerapkan model *Problem-Based Learning* dengan pendekatan STEAM dapat membuat peserta didik merasa senang untuk mengikuti proses pembelajaran. Hal ini peneliti lihat pada saat penelitian peserta didik begitu antusias untuk melakukan kegiatan percobaan menggunakan *Phet Simulation* dan menonton video pembelajaran yang telah disiapkan. Temuan ini sejalan dengan pendapat Parket (dalam Razi & Zhou, 2022) yang menyatakan bahwa tujuan pendekatan STEAM adalah untuk memotivasi peserta didik, meningkatkan minat peserta didik untuk belajar, dan membuat pembelajaran bermakna yang menghubungkan pengalaman sehari hari ke dalam pembelajaran peserta didik.

Aspek yang terakhir dari indikator reaksi adalah aspek kepercayaan diri peserta didik. Pada aspek diuraikan menjadi 3 butir pernyataan yakni 9,10, dan 15. Pernyataan yang paling banyak mendapatkan skor 5 adalah butir pernyataan nomor 15. Pernyataan ini menyatakan bahwa “Melalui peroses pembelajaran, saya lebih terlatih untuk melakukan kegiatan pemecahan masalah”. Sebanyak 17 orang peserta didik sangat setuju bahwa mereka menjadi lebih terlatih untuk melakukan kegiatan pemecahan masalah. Terlatihnya peserta didik untuk melakukan kegiatan pemecahan masalah sesuai dengan pendapat Sakinah et. al (2020) dalam pembelajaran berbasis masalah peserta didik difokuskan pada masalah, sehingga mereka memiliki kesempatan untuk lebih memahami masalah, dan akhirnya dengan pemahaman yang baik, peserta didik dapat memodelkan soal ke dalam bentuk matematika sehingga melaui model PBL dapat meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik. Kemudian menurut Perignat & Katz-buonincontro (2018) melalui pendekatan STEAM peserta didik dapat fokus pada kegiatan pemecahan masalah. Sehingga pendekatan STEAM dapat melatih kemampuan pemodelan matematis pada peserta didik, serta memiliki pengaruh yang baik terhadap proses pembelajaran, keterampilan teknik, kompetensi matematika, dan kemampuan berfikir kreatif peserta didik (Viet Cuong et al., 2020).

Berdasarkan hasil analisis data, serta pembahasan mengenai respon peserta didik terhadap proses pembelajaran dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Problem-Based Learning* dengan pendekatan STEAM mendapatkan repon yang sangat baik dari peserta didik.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan pemodelan matematis peserta didik sebelum dan sesudah diterapkan model *Problem-Based Learning* dengan Pendekatan STEAM. Hal ini ditunjukkan dari nilai Asymp.Sig sebesar 0.000 (z hitung < 0,05). Hal ini membuktikan bahwa dengan menerapkan model *Problem-Based Learning* dengan



pendekatan STEAM dapat memberikan perbedaan/meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik pada materi listrik statis. Selain itu, Penerapan model *Problem-Based Learning* dengan pendekatan STEAM efektif untuk meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik pada materi listrik statis di SMP Negeri 2 Pontianak dengan kategori tingkat keefektifan yang sangat tinggi dengan skor *effective size* sebesar 5,49.

#### Saran

Untuk penelitian selanjutnya, diperlukan adanya penelitian dengan topik sebagai berikut guna menindaklanjuti penelitian yang telah peneliti lakukan. Topik penelitian yang dimaksud yaitu: (1) Penelitian pengembangan untuk mengembangkan angket respon peserta didik terhadap proses pembelajaran berbasis masalah maupun proses pembelajaran yang menerapkan pendekatan STEAM. (2) Penelitian pengembangan soal tes kemampuan pemodelan matematis peserta didik pada materi fisika lainnya.

#### 5. REFERENSI

- Andrian, Y., & Rusman, R. (2019). "Implementasi pembelajaran abad 21 dalam kurikulum 2013". *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 12(1), 14–23.  
<https://doi.org/10.21831/jpipfip.v12i1.20116>
- Angga, A. (2022). Penerapan Problem Based Learning Terintegrasi STEAM untuk Meningkatkan Kemampuan 4C Siswa. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 6(1), 281-294.  
<https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i1.541>
- Arikunto, S. (2018). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan* (3rd ed.). Jakarta: Bumi Aksara.
- Azwar, S. (2012). *Penyusunan Skala Psikologi* (ed.2). *Pustaka Pelajar* (2nd ed.). Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Barret, T. (2017). *A New Model of Problem-Based Learning: Inspiring Concepts, Practice Strategies and Case Studies from Higher Education. The British Journal of Psychiatry* (Vol. 111).
- Belbase, S., Mainali, B. R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2022). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(11), 2919–2955.  
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>
- Dibyantini, R. E., & Azaria, W. (2020). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Generik Sains Siswa Pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 2(2), 81.  
<https://doi.org/10.24114/jipk.v2i2.19561>
- Firmansyah, Sukarno, Kafrita, N., & Farisi, S. Al. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa SMA Negeri 11 Muaro Jambi. *Physics and Science Education Journal (PSEJ)*, 2(2), 75–82.
- Jayadi, A., Putri, D. H., & Johan, H. (2020). Identifikasi Pembekalan Keterampilan Abad 21 Pada Aspek Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Sma Kota Bengkulu Dalam Mata Pelajaran Fisika. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 25–32. Retrieved from [https://ejournal.unib.ac.id/index.php/kumparan\\_fisika/article/view/9446](https://ejournal.unib.ac.id/index.php/kumparan_fisika/article/view/9446)
- Kabil, O. (2015). Philosophy in Physics Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197(February), 675–679.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.057>
- Kumala Sari, D. (2020). Analisis Instrumen Penilaian Kemampuan Pemodelan Matematis Pada Kelas Fisika Menggunakan Rasch Model. *MEGA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 46–52.
- Kusuma, A., Candramila, W., & Ariyati, E. (2017). Respon Siswa Terhadap Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Materi Pencemaran Lingkungan Di Kelas X Sma. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Untan*, 6(10), 211336. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/211336-respon-siswa-terhadap-pembelajaran-berba.pdf>
- Liu, L. (2022). Instructional Design of Mathematical Modeling in High School Under the STEAM Concept. *Journal of Education and Development*, 6(2), 17.  
<https://doi.org/10.20849/jed.v6i2.1174>
- Mariani, Y., & Susanti, E. (2019). Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Mea (Means Ends Analysis). *Lentera Sriwijaya : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 1(1), 13–26.  
<https://doi.org/10.36706/jls.v1i1.9566>
- Miyarso, E. (2019). *Perancangan Pembelajaran Inovatif. Modul 4*.
- Nurjumiaty, N., Syahriani Yulianci, & Asriyadin, A. (2022). Peningkatan Kemampuan Pemodelan Matematis dan Bahasa Simbolik Fisika Melalui Pembelajaran Model Inquiry Berbasis Literasi Numerasi. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(3), 945-948.  
<https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.714>
- Perignat, E., & Katz-buonincontro, J. (2018). STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review. *Thinking Skills and Creativity*.  
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Prayogi, R. D., & Estetika, R. (2019). KECAKAPAN ABAD 21: KOMPETENSI DIGITAL PENDIDIK MASA DEPAN. *Jurnal*

- Manajemen Pendidikan, 14*, 144–151.
- Putri, S. E., Firdaus, M., & Angraeni, L. (2018). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Pada Materi Tekanan Di Kelas Viii Mts. Al-Husna Kota Pontianak. *Jurnal Pendidikan Sains ...*, 1(1), 39–46. Retrieved from <http://www.journal.ikipgriptk.ac.id/index.php/JPSA/article/view/913>
- Razi, A., & Zhou, G. (2022). STEM, iSTEM, and STEAM: What is next? *International Journal of Technology in Education*, 5(1), 1–29. <https://doi.org/10.46328/ijte.119>
- Redish, E. F., & Kuo, E. (2015). Language of Physics, Language of Math: Disciplinary Culture and Dynamic Epistemology. *Science and Education*, 24(5–6), 561–590. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9749-7>
- Redish, E. F. (2017). Analysing the competency of mathematical modelling in physics. *Springer Proceedings in Physics*, 190(May), 25–40. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44887-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44887-9_3)
- Redish, E. (2021). Using Math in Physics: 4. Toy models. *The Physics Teacher*, 59(9), 683–688. <https://doi.org/10.1119/5.0025840>
- Retnawati, H., Arlinwibowo, J., Wulandari, N. F., & Pradani, R. G. (2018). Teachers' difficulties and strategies in physics teaching and learning that applying mathematics. *Journal of Baltic Science Education*, 17(1), 120–135. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.120>
- Retnawati, H., Arlinwibowo, J., Wulandari, N. F., & Pradani, R. G. (2018). Teachers' difficulties and strategies in physics teaching and learning that applying mathematics. *Journal of Baltic Science Education*, 17(1), 120–135. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.120>
- Riyanto, B., Zulkardi, Putri, R. I. I., & Darmawijoyo. (2019). HOTS on mathematical modelling approach in primary school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1188/1/012088>
- Sakinah, A. R., Hiltrimartin, C., Hartono, Y., & Indaryanti. (2020). High school students' mathematical modeling skills in problem-based learning (PBL). *Journal of Physics: Conference Series*, 1480(1). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1480/1/012041>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. (2021). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Viet Cuong, T., Hong Quang, L., & Trung Tinh, T. (2020). Apply mathematical modeling in steam education at high schools. *Open Access Journal of Science*, 4(4), 163–169. doi:10.15406/oajs.2020.04.00166. <https://medcraveonline.com/OAJS/OAJS-04-00166.pdf>
- Widyastuti, R.T, & Airlanda, G.S. (2021). Efektivitas Model PBL terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Sekolah Dasar. *JURNAL BASICEDU.5*(3), 1120-1129. Doi: <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3>.