

IMPLEMENTASI MODEL PIMCA PADA PEMBELAJARAN CAHAYA DAN ALAT OPTIK DI SMP NEGERI 3 MANADO

Jessica Joanna Pulingkareng*, Cosmas Poluakan, Jovialine Albertine Rungkat

Universitas Negeri Manado, Indonesia

*Corresponding author: 19508006@unima.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa melalui implementasi model PIMCA pada pembelajaran cahaya dan alat optik di SMP Negeri 3 Manado. Jenis penelitian menggunakan kuantitatif dengan metode *pre-experimental* dan menggunakan *one-group pretest-posttest design*. Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2022/2023. Sampel dalam penelitian ini adalah 20 siswa di kelas VIII I. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes. Instrumen dalam penelitian ini adalah instrumen tes tertulis, yaitu seperangkat soal yang diberikan terdiri dari *pretest* dan *posttest*. Penelitian ini menggunakan dua teknik analisis data, yakni uji normalitas sebagai uji prasyarat dan uji *paired sample t-test* sebagai uji hipotesis. Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai sig (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$, maka H_a diterima dan H_o ditolak. Dengan demikian, terdapat peningkatan hasil belajar siswa setelah mengimplementasikan model pembelajaran PIMCA pada pembelajaran IPA khususnya pada materi cahaya dan alat optik.

Kata Kunci: cahaya dan alat optik, hasil belajar, PIMCA

Abstract: *This study aims to determine the improvement of student learning outcomes through the implementation of the PIMCA model in learning light and optical devices at SMP Negeri 3 Manado. This type of research uses quantitative with pre-experimental method and uses one-group pretest-posttest design. This research was conducted in the even semester of the 2022/2023 school year. The sample in this study were 20 students in class VIII I. The data collection technique used in this study was a test. The instrument in this research is a written test instrument, which is a set of questions given consisting of pretest and posttest. This study used two data analysis techniques, namely normality test as a prerequisite test and paired sample t-test as a hypothesis test. The paired sample t-test results showed a sig (2-tailed) value of $0.000 < 0.05$, so H_a was accepted and H_o was rejected. Thus, there is an increase in student learning outcomes after implementing the PIMCA learning model in science learning, especially in light and optical devices.*

Keywords: *learning outcomes, light and optical devices, PIMCA*

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah proses yang harus dilalui untuk mengembangkan kemampuan dalam diri seseorang agar menjadi manusia berkualitas yang mencakup keterampilan, pengetahuan, serta karakter (Kusumawati et al., 2023). Dalam proses pendidikan yang melibatkan guru dan siswa, rencana pembelajaran dibuat oleh guru dan disesuaikan dengan kurikulum yang digunakan (Nurcahyono & Novarina, 2020). Kurikulum 2013 yang digunakan sekolah pada saat peneliti melakukan penelitian menuntut siswa untuk kritis dan aktif dalam setiap proses pembelajaran. Guru berperan sebagai pembimbing dan mengarahkan siswa (Mukminin, Fitria, & Fitriani, 2022). Kurikulum 2013 menuntut siswa untuk mencari dan mendapatkan pengalaman belajarnya sendiri melalui berbagai kegiatan seperti menanya, mencoba, menalar, mengamati dan mengkomunikasikan (Khoirunnisa, Nulhakim, & Syachuroji, 2020). Kegiatan tersebut sering juga

kita temukan saat pembelajaran IPA. Pembelajaran IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi siswa untuk belajar dan mengeksplorasi alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut untuk diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari (Ruitan et al., 2023; Tagaku, Poluakan, Ruangkat, & Lhiang, 2023).

Pembelajaran dikatakan optimal jika guru tidak hanya menjelaskan saja tetapi siswa yang harus lebih aktif untuk mencari tahu dan membangun sendiri pengetahuannya dan peran guru hanya sebagai fasilitator dan motivator (Suari, 2018). Hal ini bertujuan agar siswa menjadi lebih mandiri/terampil dan aktif pada saat pembelajaran berlangsung. Untuk menciptakan pembelajaran yang optimal harus memikirkan model dan media yang sesuai dengan materi (Abidin, 2017). Tugas utama guru adalah menyelenggarakan kegiatan pembelajaran yang memungkinkan terjadinya interaksi secara optimal antara siswa dengan siswa ataupun siswa dengan guru atau sebaliknya (Inah, 2015; Suari, 2018). Bagaimanapun bagus dan idealnya pendidikan, namun lengkapnya sarana dan prasarana pendidikan tanpa diimbangi dengan kemampuan guru dalam mengimplementasikannya, maka proses pembelajaran menjadi kurang bermakna (Esi, Purwaningsih, & Okianna, 2016). Guru diberikan kebebasan untuk memanfaatkan berbagai model-model pembelajaran yang dapat menumbuhkan minat, keterampilan proses, perhatian, dan keaktifan siswa sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna (Alghifari, Harmanto, & Zaini, 2023).

Berdasarkan hasil wawancara di SMP Negeri 3 Manado diperoleh informasi bahwa hasil belajar mata pelajaran IPA belum mencapai kriteria ketuntasan minimum (KKM) yang ditetapkan yaitu 75. Jumlah siswa yang mencapai KKM hanya 30% berdasarkan nilai ulangan harian dan ujian tengah semester tahun ajaran 2023/2024. Hasil survei cara mengajar yang umumnya digunakan oleh para guru dalam proses belajar mengajar pada konsep materi IPA adalah ceramah atau pembelajaran konvensional sehingga membuat siswa kurang memahami konsep IPA. Dan guru juga belum menerapkan model pembelajaran yang dapat melibatkan peran aktif siswa. Keaktifan siswa dalam pembelajaran IPA masih cenderung diam saat ditanya atau diberi pertanyaan oleh guru. Proses pembelajaran sebagai salah satu komponen pendidikan hendaknya dapat memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif, dan memberikan ruang untuk siswa berkreasi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan guna meningkatkan hasil belajar siswa adalah dengan penerapan model pembelajaran. Model pembelajaran adalah suatu perencanaan atau pola yang digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan pembelajaran di kelas (Octavia, 2020). Model dan media pembelajaran yang digunakan guru diharapkan dapat mempermudah dalam menyampaikan suatu materi sehingga siswa dapat menguasai konsep IPA dengan baik.

Model pembelajaran yang dapat melibatkan peran aktif siswa yaitu model pembelajaran PIMCA (Menggasa & Dungus, 2022; Poluakan & Katuuk, 2022). PIMCA adalah model pembelajaran baru yang diperkenalkan dan dikembangkan oleh Profesor Cosmas Poluakan berbasis multiple representasi yang menjadi alternatif untuk meningkatkan keterampilan pemahaman konsep dan pemecahan masalah serta memperbaiki hasil belajar siswa (Hartati et al., 2021; Poluakan & Katuuk, 2022; Ula, Poluakan, & Tumimomor, 2022). Model pembelajaran ini diharapkan dapat membantu siswa memperbaiki hasil belajar dan juga menguasai konsep mereka khususnya pada materi cahaya dan alat optik. Model PIMCA terdiri dari empat langkah yaitu presentasi, pemetaan ide, konseptualisasi, dan penilaian formatif (Nasra et al., 2021; Patol et al., 2021; Poluakan & Katuuk, 2022).

Bertolak dari masalah di atas, maka peneliti memandang penting melakukan penelitian terkait implementasi model PIMCA pada pembelajaran cahaya dan alat optik di SMP Negeri 3 Manado. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa melalui implementasi model PIMCA pada pembelajaran cahaya dan alat optik di SMP Negeri 3 Manado.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode *pre-experimental* dan menggunakan *one-group pretest-posttest design*. Penelitian ini dilaksanakan di

SMP Negeri 3 Manado, pada semester genap tahun ajaran 2022/2023. Sampel dalam penelitian ini adalah 20 siswa di kelas VIII I. Penarikan sampel dilakukan secara acak melalui pengundian.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes. Instrumen dalam penelitian ini adalah instrumen tes tertulis, yaitu seperangkat soal yang diberikan terdiri dari *pretest* dan *posttest*. Tes yang diujikan kepada siswa telah diuji validitas dan reliabilitasnya terlebih dahulu dan diperoleh 14 butir soal valid, sedangkan 6 soal lainnya tidak valid. Sehingga peneliti menggunakan 14 butir soal untuk menguji hasil belajar siswa melalui *pretest* dan *posttest*. Selain itu, hasil uji reliabilitas diperoleh skor 0,810 > 0,70, sehingga disimpulkan bahwa 14 butir soal adalah reliabel.

Penelitian ini menggunakan uji normalitas sebagai uji prasyarat dan uji *paired sample t-test* sebagai uji hipotesis. Data dianalisis menggunakan bantuan aplikasi *IBM SPSS Statistics 25*. Pada uji normalitas, taraf sigifikansi yang digunakan yaitu 5% (0,05) dengan kriteria H_a diterima jika nilai sig. > 0,05 (data terdistribusi normal), sedangkan H_0 diterima jika nilai sig. < 0,05 (data tidak terdistribusi normal). Pada uji hipotesis dengan menggunakan uji *paired sample t-test* pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi (sig.), yaitu jika (nilai sig. < 0,05) maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sebaliknya jika (nilai sig. > 0,05) maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 3 Manado pada siswa kelas VIII I yang berjumlah 20 orang pada tahun ajaran 2023/2024. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data hasil pretest dan posttest pada kelas eksperimen.

Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Tabel 1. Ringkasan Data *Pretest* dan *Posttest*

Statistik	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
N	20	20
Skor Minimum	21	78
Skor Maksimum	71	100
Mean	50,35	86,50

Berdasarkan Tabel 1, hasil tes menunjukkan bahwa hasil *pretest* pada kelas eksperimen dengan nilai minimum 21, nilai maksimum 71, dan nilai rata-rata 50,35. Hasil *posttest* kelas eksperimen dengan nilai minimum 78, nilai maksimum 100, dan nilai rata-rata 86,50. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil belajar siswa setelah model PIMCA diterapkan dalam pembelajaran.

Hasil Uji Normalitas

Dalam penelitian ini uji normalitas dilakukan dengan Uji *Shapiro-Wilk* menggunakan Software SPSS versi 25. Data dikatakan normal apabila Sig > α . Data hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistika	df	Sig.	statistika	df	Sig.
<i>Pretest</i>	,141	20	,200	,924	20	,117
<i>Posttest</i>	237	20	,005	,876	20	,015

Berdasarkan hasil uji normalitas, menunjukkan bahwa nilai signifikan dari uji normalitas yang telah dilakukan pada kelas eksperimen dengan model PIMCA yaitu, 0,117 untuk *pretest* dan *posttest* 0,015 sehingga berdasarkan kriteria yang telah ditentukan menunjukkan bahwa 0,117 > 0,05, dan 0,015 > 0,05 jadi dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

Hasil Uji Hipotesis

Setelah diketahui data berdistribusi normal, maka selanjutnya dilakukan uji hipotesis. Uji hipotesis dilakukan menggunakan uji *paired sample t-test* pada program aplikasi *IBM SPSS Statistics 25* seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis

	Paired Differences		Std.Error Mean	95 % Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig.(2- tailed)
	Mean	Std.Deviation		Lower	Upper			
	Pretest – posttest	- 36.150		10.747	2.403			

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan SPSS versi 25 maka diperoleh nilai sig (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$, maka H_a diterima dan H_o ditolak. Maka dapat disimpulkan bahwa implementasi model PIMCA dapat meningkatkan hasil belajar IPA pada materi cahaya dan alat optik pada siswa kelas VIII SMP Negeri 3 Manado.

Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan signifikan hasil belajar siswa setelah menggunakan model PIMCA, dengan nilai rata-rata *posttest* 86,50 lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata pretest 50, 35, serta hasil pengujian hipotesis, diperoleh nilai sig (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$. Ini berarti bahwa H_a diterima sedangkan H_o ditolak, maka terdapat perbedaan hasil belajar siswa setelah menggunakan model pembelajaran PIMCA (*Presentation, idea Mapping, Conceptualization, Assesment Formatif*) dan hasil belajar siswa sebelum menggunakan model pembelajaran PIMCA pada materi cahaya dan alat optik.

Adanya perbedaan hasil belajar ini dikarenakan siswa yang menggunakan model pembelajaran PIMCA mampu mengubah cara belajar yang selama ini tidak aktif dalam proses pembelajaran, hanya menghafal tanpa memahami materi tersebut. Sehingga terjadi kemajuan dalam proses belajar mengajar, siswa menjadi lebih aktif untuk bertanya dalam mengeksplorasi pengetahuannya. Disamping itu siswa dapat terlatih untuk menganalisis suatu permasalahan dengan cermat sehingga dengan sendirinya dapat mengembangkan daya kreatifitas siswa untuk menemukan hubungan yang baru dengan mengaitkan materi yang sedang dipelajari sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif. Hal ini dikarenakan kelebihan dari model pembelajaran PIMCA.

Langkah pertama penelitian ini dimulai dengan melakukan uji validitas soal dalam bentuk objektif. Kemudian memberikan tes awal (*pretest*) pada kelas eksperimen. Setelah melakukan pretest, langkah selanjutnya adalah melakukan proses belajar mengajar pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran PIMCA. Implementasi Model pembelajaran PIMCA pada penelitian ini terdiri dari 4 tahapan yaitu *presentation, idea mapping, conceptualization, dan formative assessment*. Pada tahap *presentation*, peneliti menyajikan materi pembelajaran secara langsung kepada siswa. Penyajian dilakukan melalui pemaparan menggunakan video, power point dan simulasi. Tujuannya adalah memberikan gambaran awal dan membangun pengetahuan dasar tentang materi yang akan dipelajari. Manfaat yang diraih dari metode presentasi adalah suasana kelas yang hidup.

Setelah *presentation*, siswa diajak untuk melakukan *idea mapping* atau pemetaan ide. Pada tahap ini mereka mengidentifikasi, menghubungkan dan memetakan ide-ide atau konsep-konsep utama yang telah dipelajari, dengan meminta siswa membuat konsep-konsep IPA dari melihat gambar dan video yang ditampilkan dari presentasi, kemudian setelah mereka menuliskan peta konsep tersebut meminta salah satu siswa mempresentasikan konsep yang sudah ditulis tapi konsep yang ditulis itu tidak harus benar.

Selanjutnya tahap yang ketiga *conceptualization*, yakni tahap dimana siswa menerima informasi dan disertai bantuan instruksi dari pengajar yang berfungsi sebagai narasumber atau

fasilitator. Pada tahap ini *idea mapping* yang belum matang dikoreksi dan dikonstruksi menjadi konsep yang benar agar kemudian tidak terbangun konsep keliru (miskonsepsi). Dan tahap yang terakhir yaitu *formative assessment*, yakni pengajar memberikan umpan balik terkait pemahaman dan keterampilan siswa. Penilaian ini berupa kuis dan refleksi yang dirancang untuk mengukur sejauh mana siswa telah memahami materi dan mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki.

Setelah materi yang diajarkan selesai, maka langkah selanjutnya yaitu memberikan tes akhir (*posttest*) yang bertujuan untuk melihat apakah ada pengaruh dari model yang digunakan sehingga dapat membuat hasil belajar siswa meningkat. Setelah memberikan tes akhir (*posttest*) dapat dilihat bahwa kelas eksperimen yang proses belajar mengajarnya menggunakan model pembelajaran PIMCA memiliki nilai rata-rata lebih tinggi. Hal ini mengidentifikasi bahwa proses belajar mengajar menggunakan model pembelajaran PIMCA lebih efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

Penelitian ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Ula et al. (2022) yang meneliti tentang penggunaan Model PIMCA dalam pembelajaran fisika materi pembiasan cahaya dan graphline. Hasil statistik deskriptif diperoleh skor rata-rata *pretest* sebesar 30,00 dan *posttest* sebesar 77,77 dengan selisih sebesar 47,77. Penelitian yang dilakukan oleh Palit, Poluakan, & Lolowang (2022) yang meneliti tentang efektivitas model PIMCA dengan multi-representasi pada pembelajaran gerak lurus berubah beraturan (GLBB) Kelas X IPA di SMA Katolik Thomas Aquino Manado. Hasil pengolahan dan analisis data diperoleh nilai rata-rata *pretest* 28 dan nilai rata-rata *posttest* 71 dan melakukan pengujian statistik dengan uji-t paired sample test diperoleh nilai Sig.(2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga terdapat peningkatan hasil belajar Fisika siswa setelah diterapkan perlakuan. Dan penelitian yang dilakukan oleh Menggasa & Dungus (2022) dalam judul implementasi model pembelajaran PIMCA pada pembelajaran sistem pernapasan manusia dan kaitannya dengan Covid-19. Hasil pengujian data menggunakan uji-t, diperoleh $t_{hitung} = 3,147$ sedangkan $t_{tabel} = 1,685$ dengan demikian $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga ada pengaruh model pembelajaran PIMCA terhadap hasil belajar siswa pada materi sistem pernapasan manusia.

Melalui hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model pembelajaran PIMCA memiliki dampak positif dalam upaya meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini dapat dilihat dari keseluruhan hasil penelitian pendukung dan penelitian yang peneliti lakukan menunjukkan adanya peningkatan hasil melalui tahapan-tahapan yang sistematis terutama pada materi-materi IPA, baik menyangkut aspek kognitif (pemahaman terhadap materi), afektif (sikap siswa dalam mengikuti pembelajaran), maupun psikomotorik (misalnya kerjasama dalam diskusi kelompok, keterampilan bertanya dan menjawab pertanyaan). Model pembelajaran PIMCA menjadi alternatif untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, pemahaman konsep, dan memperbaiki hasil belajar siswa (Kurama & Poluakan, 2023) khususnya pada materi cahaya dan alat optik dengan bantuan gambar animasi, visual, video, dan power point. Dengan mengaitkan materi cahaya dan alat optik ke dalam model PIMCA, pembelajaran menjadi lebih efektif karena siswa dapat melihat dan menghubungkan berbagai representasi dari fenomena cahaya, seperti bagaimana cahaya merambat, dipantulkan, dan dibiaskan, serta bagaimana alat optik bekerja. Implementasi model PIMCA dalam pembelajaran cahaya dan alat optik juga berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kritis siswa, karena model ini mendorong siswa untuk aktif dalam mengidentifikasi masalah, mencari informasi dan menghubungkan berbagai representasi. Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan hasil belajar siswa setelah diterapkannya model pembelajaran PIMCA pada materi cahaya dan alat optik. Dengan adanya penggunaan model pembelajaran PIMCA ini siswa lebih mudah untuk memahami konsep IPA pada materi cahaya dan alat optik.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyimpulkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar siswa setelah mengimplementasikan model pembelajaran PIMCA pada pembelajaran IPA khususnya pada materi cahaya dan alat optik. Penggunaan model pembelajaran PIMCA sebagai model pembelajaran baru dalam belajar mengajar sangat efektif dalam proses

pembelajaran. Hal ini terlihat dari hasil uji *paired sample t-test*, dimana nilai sig (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$, maka H_a diterima dan H_o ditolak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A. M. (2017). Kreativitas guru menggunakan model pembelajaran dalam meningkatkan hasil belajar siswa. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, *11*(2), 225–238. <https://doi.org/10.30863/didaktika.v11i2.168>
- Alghifari, L. M. M., Harmanto, H., & Zaini, A. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *Ainara Journal (Jurnal Penelitian Dan PKM Bidang Ilmu Pendidikan)*, *4*(2), 76–82. <https://doi.org/10.54371/ainj.v4i2.260>
- Esi, Purwaningsih, E., & Okianna. (2016). Peranan Guru Sebagai Fasilitator dan Motivator dalam Meningkatkan Hasil Belajar di Kelas XI SMK. *Urnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, *5*(10), 1–14. <https://doi.org/10.26418/jppk.v5i10.17132>
- Hartati, H., Mondolang, A. H., Silangen, P. M., Tulandi, D. A., Marianus, M., & Poluakan, C. (2021). PIMCA learning models to improve student learning outcomes in optic magnifying glass tool. *Journal of Physics: Conference Series*, *1968*, 012036. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1968/1/012036>
- Inah, E. N. (2015). Peran komunikasi dalam interaksi guru dan siswa. *Al-TA'DIB: Jurnal Kajian Ilmu Kependidikan*, *8*(2), 150–167. <https://doi.org/10.31332/atdb.v8i2.416>
- Khoirunnisa, A., Nulhakim, L., & Syachruraji, A. (2020). Pengembangan modul berbasis problem based learning materi perpindahan kalor mata pelajaran IPA. *Profesi Pendidikan Dasar*, *7*(1), 25–36. Retrieved from <https://journals.ums.ac.id/ppd/article/view/10559>
- Kurama, E., & Poluakan, C. (2023). Penerapan Model Pembelajaran PIMCA Berbasis MR-SR Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Sistem Kelistrikan (Listrik Statis). *SCIENING: Science Learning Journal*, *4*(1), 75–81. <https://doi.org/10.53682/slj.v4i1.2717>
- Kusumawati, I., Lestari, N. C., Sihombing, C., Purnawanti, F., Soemarsono, D. W. P., Kamadi, L., ... Hanafi, S. (2023). *Pengantar Pendidikan*. Batam: CV Rey Media Grafika.
- Menggasa, G. S., & Dungus, F. (2022). Implementasi Model Pembelajaran PIMCA Pada Pembelajaran Sistem Pernapasan Manusia dan Kaitannya Dengan Covid-19. *SCIENING: Science Learning Journal*, *3*(1), 34–40. <https://doi.org/10.53682/slj.v3i1.1096>
- Mukminin, A., Fitria, H., & Fitriani, Y. (2022). Pengaruh Kurikulum 2013 Dan Kinerja Guru Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, *6*(3), 14009–14017. <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i3.4929>
- Nasra, F., Mongan, S. W., Nusa, J., Poluakan, C., Mondolang, A. H., & Lolowang, J. (2021). Teaching and learning of electric charge with PIMCA model. *Journal of Physics: Conference Series*, *1968*, 012032. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1968/1/012032>
- Nurchayono, N. A., & Novarina, E. (2020). Analisis Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kurikulum 2013 Berdasarkan Indikator Kemampuan Imajinasi Matematis Siswa. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, *6*(1), 121–130. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v6i1.8291>
- Octavia, S. A. (2020). *Model-Model Pembelajaran*. Yogyakarta: Deepublish.
- Palit, C., Poluakan, C., & Lolowang, J. (2022). Efektivitas model PIMCA dengan multi-representasi pada pembelajaran gerak lurus berubah beraturan (GLBB) Kelas X IPA di SMA Katolik Thomas Aquino Manado. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, *3*(3), 169–175. <https://doi.org/10.53682/charmsains.v3i3.222>
- Patol, R., Tulandi, D. A., Umboh, I., Poluakan, C., Komansilan, A., & Tumimomor, F. (2021). Development of PIMCA learning model on magnetic field. *Journal of Physics: Conference Series*, *1968*, 012034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1968/1/012034>
- Poluakan, C., & Katuuk, D. (2022). PIMCA: A New Alternatives to Physics Learning Model. *Journal of Physics: Conference Series*, *2165*, 012013. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2165/1/012013>
- Ruitan, A. J. A., Suriani, N. W., Rondonuwu, A. T., Komansilan, A., Wola, B. R., Rogahang, M. K., & Mirontoneng, G. I. Z. (2023). Keterampilan kolaborasi mahasiswa dalam pembelajaran

- eksploratif fenomena lokal dan global mengenai radiasi cahaya matahari dan suhu di Danau Tondano. *Journal on Teacher Education*, 4(4), 419–430.
<https://doi.org/10.31004/jote.v4i4.15247>
- Suari, N. P. (2018). Penerapan model pembelajaran problem based Learning untuk meningkatkan motivasi belajar IPA. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 2(3), 241–247.
<https://doi.org/10.23887/jisd.v2i3.16138>
- Tagaku, A., Poluakan, C., Ruangkat, J., & Lihiang, A. (2023). Development of Android-Based Learning Media and the PIMCA Model at SMP Negeri 7 Halmahera Selatan. *International Journal of Biological Engineering and Agriculture*, 2(4), 60–80.
<https://doi.org/10.51699/ijbea.v2i4.1600>
- Ula, I., Poluakan, C., & Tumimomor, F. R. (2022). Penggunaan Model Pimca dalam Pembelajaran Fisika Materi Pembiasan Cahaya Dengan Graphline. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(1), 24–28. <https://doi.org/10.53682/charmsains.v3i1.147>