

Volume 2. Number 4. 140-146		DESEMBER 2024
	Contextual Natural Science Education Journal (CNSEJ) https://jurnalpasca.unram.ac.id/index.php/cnsej DOI: https://doi.org/10.29303/cnsej.v2i4.1309	e-ISSN: 3046-8094

Tinjauan Sistematis: Keefektifan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Berbantuan Simulasi Phet Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah Pada Mata Pelajaran Fisika

Alia Cahyani¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram.

**Corresponding Address:* aliacahyani@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
<i>Article history:</i> Received: October 30, 2024 Accepted: November 15, 2024 Published: December 30, 2024	This study aims to systematically analyze the effectiveness of the cooperative learning model Student Teams Achievement Division (STAD) assisted by PhET simulations in improving secondary school students' critical thinking skills in physics. The research employed a Systematic Literature Review (SLR) referring to the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines. Data sources were obtained from documents indexed in Google Scholar within the 2014–2024 range and were analyzed bibliometrically using VOSviewer software. A total of 18 relevant articles were examined to identify trends, effectiveness, and the influence of the learning model on students' critical thinking skills. The review findings reveal that the integration of the STAD model with PhET simulations is effective in enhancing critical thinking abilities, conceptual understanding, and students' learning motivation. These results are supported by a systematic review conducted by Baqy, Damayanti, & Rokhmat (2025), which indicates that cooperative learning models such as STAD, Jigsaw, TPS, and TSTS consistently improve learning outcomes and critical thinking skills in science education. Thus, collaboration-based learning supported by interactive simulation media such as PhET has strong potential to serve as an effective, contextual, and relevant physics learning strategy aligned with 21st-century educational demands.
<i>Keywords:</i> STAD; Simulasi PhET; Berpikir Kritis.	

© 2024 Doctoral Program of Science Education, Postgraduate, University of Mataram, Indonesia.

PENDAHULUAN

Pendidikan yang berkualitas adalah salah satu pilar penting dalam membangun sumber daya manusia yang unggul dan berdaya saing tinggi (Auliya dkk., 2024). Sumber daya manusia ini diharapkan dapat menjadi aset bagi bangsa ini untuk dapat membangun bangsa yang maju dan sejahtera. Namun, berdasarkan hasil survey PISA (Programme for International Student Assessment), mengenai sistem pendidikan di dunia pada tahun 2022 yang dirilis oleh Kemendikbudristek pada tahun 2023 lalu, Indonesia berada di peringkat ke-69 dari 81 negara survey. Dengan kata lain, Indonesia

berada di posisi ke-12 terendah dibandingkan negara-negara lainnya.

Berdasarkan data di atas, Indonesia mengalami kenaikan posisi, tapi skor total PISA pada tahun 2022 mengalami penurunan sebesar 12-13 poin dibandingkan tahun 2018. Rendah dan rentan terjadinya perubahan skor perolehan anak-anak usia menengah pada penilaian PISA ini, menunjukkan masih rendahnya kompetensi anak-anak pada keterampilan abad 21, berupa kemampuan berpikir tingkat tinggi atau high-order thinking skill (HOTS) yang mencakup kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah masih belum tergarap secara

How to cite	Cahyani, A. (2024). Tinjauan Sistematis: Keefektifan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Berbantuan Simulasi Phet Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah Pada Mata Pelajaran Fisika. <i>Contextual Natural Science Education Journal (CNSEJ)</i> , 2(4), 140-146.
--------------------	--

memadai. Ini menunjukkan bahwa perlu untuk dilakukannya pembenahan pada kualitas pendidikan di Indonesia (Halawa & Mulyanti, 2023). Perubahan paradigma pendidikan ini tercermin dalam penerapan Kurikulum Merdeka, yang menekankan profil pelajar Pancasila sebagai pedoman utama dalam membentuk karakter siswa (Karira dkk., 2023).

Sejalan dengan peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan tahun 2020-2024, arah tujuan pendidikan saat ini berfokus pada pembentukan generasi berkarakter pelajar Pancasila. Dengan adanya profil pelajar Pancasila ini, menunjukkan bahwa pada setiap proses pembelajaran siswa dituntut untuk merekonstruksi pengalaman belajar berdasarkan kehidupan nyata (Juraidah & Hartoyo, 2022). Dengan kata lain, profil pelajar Pancasila menekankan adanya penguatan pembelajaran yang memuat kompetensi berpikir kritis sebagai keterampilan penting di era modern saat ini (Indarta dkk., 2022).

Salah satu mata pelajaran yang berperan penting dalam melatih keterampilan berpikir kritis adalah fisika. Mata pelajaran ini merupakan bagian dari rumpun Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan menjadi mata pelajaran inti di Sekolah Menengah Atas (Utami dkk., 2024). Namun pembelajaran fisika di kelas masih berpusat pada guru, hal ini menyebabkan siswa cenderung pasif dalam pembelajaran, kurang mampu mengaitkan konsep fisika dengan fenomena nyata dan kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan berbasis analisis. Hal ini diperparah dengan kurangnya fasilitas di laboratorium, sehingga praktikum jarang atau bahkan tidak dilakukan yang menyebabkan siswa kesulitan mengimplementasikan konsep-konsep fisika yang abstrak (Agustina dkk., 2024). Dampak dari permasalahan ini menyebabkan rendahnya motivasi belajar siswa dan ketidakmampuan berpikir kritis. Ketidakmampuan berpikir kritis ini dapat menghambat pengembangan keterampilan

abad ke-21 seperti problem solving dan kreatifitas (Trilling & Fadel, 2009).

Teori pembelajaran konstruktivis oleh Vygotsky (1978) dalam Olusegun, 2015 menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh siswa melalui pengalaman dan interaksi sosial. Salah satu model pembelajaran yang sejalan dengan teori ini adalah Student Teams Achievement Divisions (STAD), bagian dari pembelajaran kooperatif yang menekankan kolaborasi kelompok dan tanggung jawab individu (Slavin, 2011 dalam Aje, 2022). Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa model STAD efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan siswa (Saputra, 2013). Di sisi lain, penggunaan media interaktif seperti simulasi PhET (Physics Education Technology) terbukti membantu visualisasi konsep abstrak melalui eksperimen virtual, sehingga memudahkan pemahaman siswa dan meningkatkan keterlibatan aktif siswa (Avkarinah, 2024).

Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih bersifat empiris dan terpisah, berfokus pada penerapan STAD atau PhET secara individual. Penelitian yang secara eksplisit mengintegrasikan model kooperatif STAD dengan simulasi PhET untuk melatih kemampuan berpikir kritis masih terbatas dan belum dilakukan tinjauan lebih jauh untuk mengetahui sejauh mana efektivitas kombinasi keduanya dalam konteks pembelajaran fisika di tingkat SMA. Selain itu, belum ada kajian sistematis yang merangkum dan membandingkan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan di berbagai konteks pendidikan, baik nasional maupun internasional, terkait efektivitas model tersebut terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

Oleh karena itu, diperlukan Systematic Literature Review (SLR) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai penerapan model pembelajaran kooperatif tipe STAD berbantuan simulasi PhET dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis

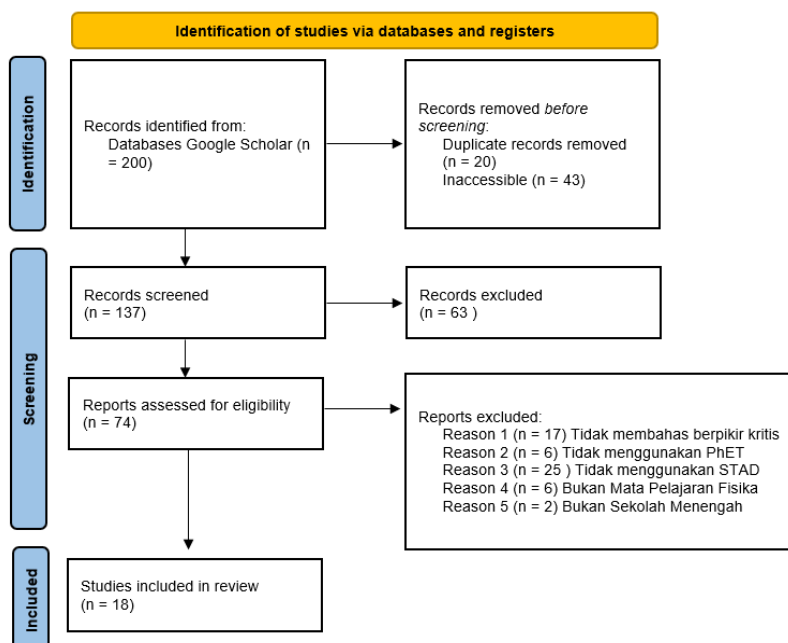
siswa SMA, khususnya pada mata pelajaran fisika. Tinjauan sistematis ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai tren penelitian, efektivitas penerapan model, serta peluang penelitian lanjutan yang relevan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara sistematis hasil-hasil penelitian yang berkaitan dengan keefektifan model pembelajaran kooperatif tipe STAD berbantuan simulasi PhET terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada mata pelajaran fisika. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pendidik dan peneliti dalam memilih serta mengembangkan strategi pembelajaran yang inovatif dan berbasis bukti guna meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di Indonesia

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian Literature Review dengan menggunakan pedoman PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta – Analysis (Page dkk., 2021). Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari dokumen yang terindeks Google Scholar dari tahun 2014 – 2024 menggunakan Publish or Perish. Analisis data

menggunakan pedoman analisis bibliometrik (Putri & Wahyuningsih, 2023) dengan bantuan software VOSviewer. Pedoman PRISMA, sebagai berikut: (1) Identifikasi: Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari dokumen yang terindeks Google Scholar dari tahun 2014 – 2024 menggunakan Publish or Perish. Proses pencarian dilakukan dengan menggunakan kombinasi Boolean operator (AND, OR) dan kata kunci yang disesuaikan dengan topik penelitian, yaitu: (“cooperative learning” OR “STAD” OR “Student Team Achievement Division”) AND (“PhET” OR “interactive simulation”) AND (“critical thinking” OR “HOTS”) AND (“physics education” OR “high school”). (2) Penyaringan: Pada tahap ini, literatur disaring berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi mencakup: (a) diterbitkan dalam kurun waktu 2014-2024, (b) hanya artikel, skripsi dan tesis. Kriteria eksklusi mencakup: (a) judul yang tidak relevan, (b) tidak dapat diakses, (c) abstrak tidak relevan. (3) Inklusi: Artikel yang dipilih untuk ditinjau berjumlah 18 artikel. Selanjutnya, 18 artikel ini dianalisis menggunakan analisis bibliometrik dengan bantuan software VOS viewer. Alur menurut protokol PRISMA dapat dilihat pada Gambar 1 (Prisma, 2020).



Gambar 1. Alur protokol prisma

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teridentifikasi 200 literatur dari pencarian awal dengan kata kunci (“cooperative learning” OR “STAD” OR “Student Team Achievement Division”) AND (“PhET” OR “interactive simulation”) AND (“critical thinking” OR “HOTS”) AND (“physics education” OR “high school”). Literatur disaring berdasarkan kriteria inklusi yaitu, periode publikasi dari tahun 2014-2024, 43 literatur tidak dapat diakses serta terdapat 20 artikel duplikat. Kemudian, 63 literatur dihilangkan karena bukan dokumen tipe artikel, skripsi dan tesis, menyisakan 137 artikel. Lalu artikel ini disaring berdasarkan kriteria eksklusi yaitu, judul tidak relevan, abstrak tidak relevan, kesimpulan tidak jelas, sehingga menyisakan 18 artikel yang dapat direview. Hasil review 5 artikel dengan jumlah sitasi terbanyak dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Literatur Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Berbantuan Simulasi PhET terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah

No	Penulis	Judul	Jurnal	Sitasi
1.	Faiz Hasyim. (2020).	The Use of Android-Based PhET Simulation as an Effort to Improve Students' Critical Thinking Skills during the Covid-19 Pandemic	Journal of Interactive Mobile Technologies	27
2.	Novika Lestari, Nurul Apsari. (2022).	e-Modul Ethnophysics for Critical Thinking Skills in the Covid-19 Pandemic	JPPPF (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika)	13
3.	Rhandy DG. Almadrones, Frederick G.	Physics Educational Technology (PHET) Simulations in Teaching General	International Journal of Instruction	10

	Tadifa. (2024).	Physics 1		
4.	Indah Slamet Budiarti, Albert Lumbu 2. (2021).	The Use Of Phet Simulation On Physics Chapter Wave And Vibration In 3t Region	Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat at UNSIQ	6
5.	Wiravanjaya. (2017).	Pengaruh Penerapan Metode Eksperimen Menggunakan Phet Simulation Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Ditinjau dari Pengetahuan Awal Siswa SMP/MTs	Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)	5
....				
18.	Juli Firmansyah, Widiash, Hendri Saputra, Dara Phon Kamilah, & Verawati Ginting. (2024).	The Effectiveness of Project Online Collaboration in Laboratory in Improving Science Process and Critical Thinking Skills	Jurnal Pendidikan MIPA	0

Berdasarkan hasil review terhadap artikel dengan jumlah sitasi terbanyak, dapat diidentifikasi adanya kecenderungan yang konsisten bahwa penggunaan simulasi PhET berperan signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep fisika siswa. Meskipun setiap penelitian memiliki konteks dan desain yang berbeda, semuanya menunjukkan efektivitas pembelajaran berbantuan media interaktif,

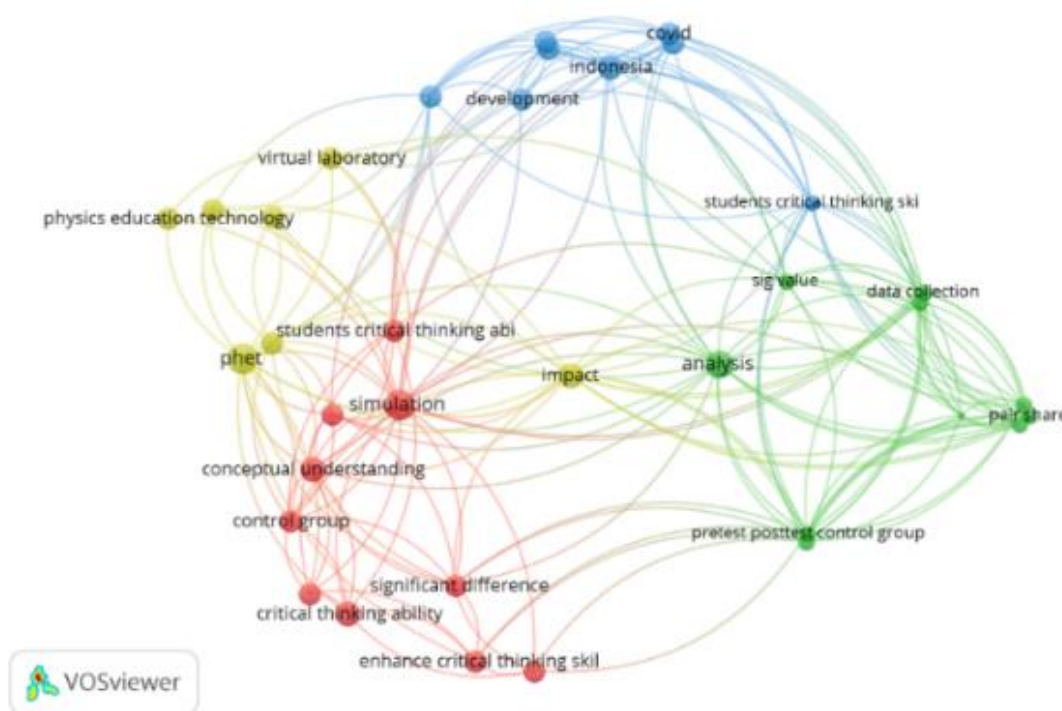
khususnya dalam konteks pembelajaran abad 21. Temuan ini diperkuat oleh hasil *systematic review* yang dilakukan oleh (Damayanti dkk., 2025) yang menunjukkan bahwa model pembelajaran kooperatif seperti STAD, Jigsaw, TPS, dan TSTS secara konsisten meningkatkan motivasi belajar, hasil akademik, serta keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran sains. Sementara itu, (Sukandi dkk., 2025) membuktikan secara empiris bahwa penerapan model *guided inquiry* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan pada materi termodinamika.

Berdasarkan tabel 1. Penelitian yang dilakukan oleh (Hasyim dkk., 2020), menyoroti efektivitas simulasi PhET berbasis android sebagai solusi pembelajaran daring selama pandemi COVID-19. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dengan nilai rata-rata N-gain sebesar 0,75 (kategori sedang-tinggi). Lalu, penelitian oleh (Almadrones & Tadifa, 2024), menunjukkan bahwa penggunaan PhET simulation dalam pengajaran fisika umum mampu meningkatkan penguasaan konsep

dan menciptakan suasana belajar aktif dan menyenangkan.

Selain itu, (Slamet Budiarti & Lumbu, 2021) melakukan penelitian di wilayah 3T dan menunjukkan bahwa pelatihan penggunaan simulasi PhET sebagai laboratorium virtual mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep abstrak seperti gelombang dan getaran. Penelitian ini menegaskan peran PhET dalam pemerataan akses pembelajaran fisika bagi sekolah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium. Secara keseluruhan, hasil review artikel tersebut memperlihatkan bahwa penggunaan PhET memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa, baik melalui eksperimen langsung, pembelajaran kooperatif, maupun pengembangan media digital. Dengan demikian, integrasi model kooperatif tipe STAD dengan simulasi PhET sangat potensial dalam mewujudkan pembelajaran fisika aktif, kolaboratif, dan berpusat pada siswa.

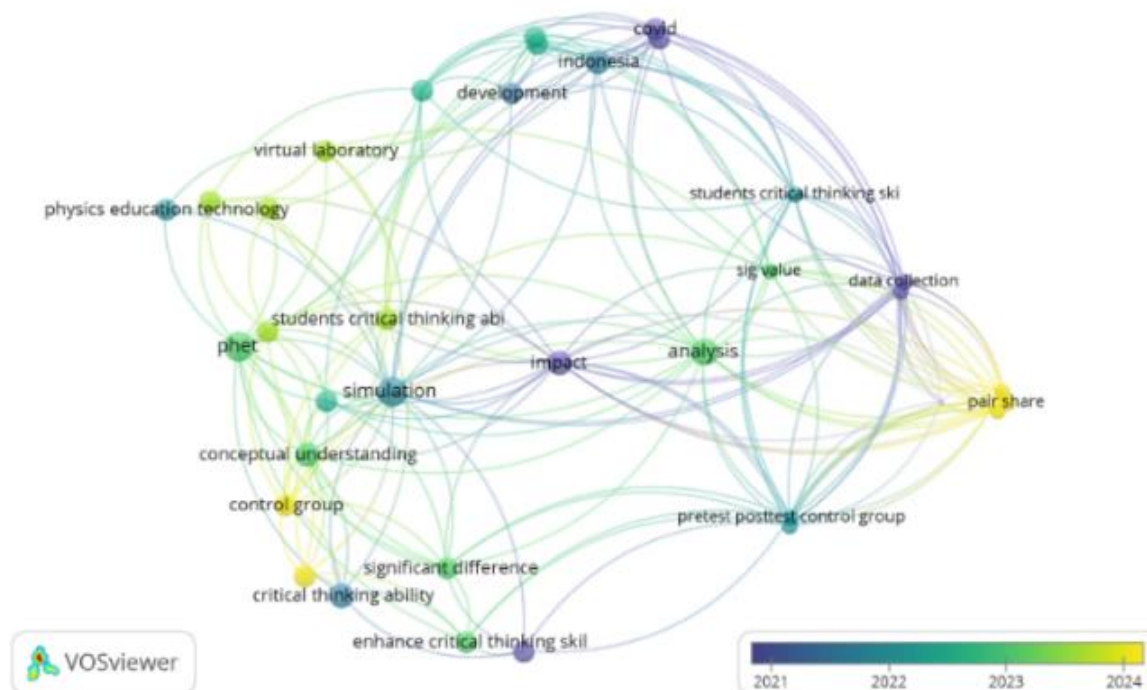
Disajikan juga hubungan antara artikel berdasarkan kata kunci pada Gambar 2. (VOSviewer, 2025).



Gambar. 2. Peta Jaringan (network visualization) keterkaitan antar kata kunci penelitian terkait model pembelajaran kooperatif STAD berbantuan simulasi PhET

Peta jaringan (Gambar 2) menunjukkan keterhubungan antarkata kunci yang membentuk empat klaster utama. Klaster pertama (merah) menyoroti integrasi PhET dengan peningkatan berpikir kritis, klaster kedua (hijau) berfokus pada analisis efektivitas model pembelajaran, klaster ketiga (biru) menggambarkan konteks sosial penelitian selama pandemi COVID-19 di

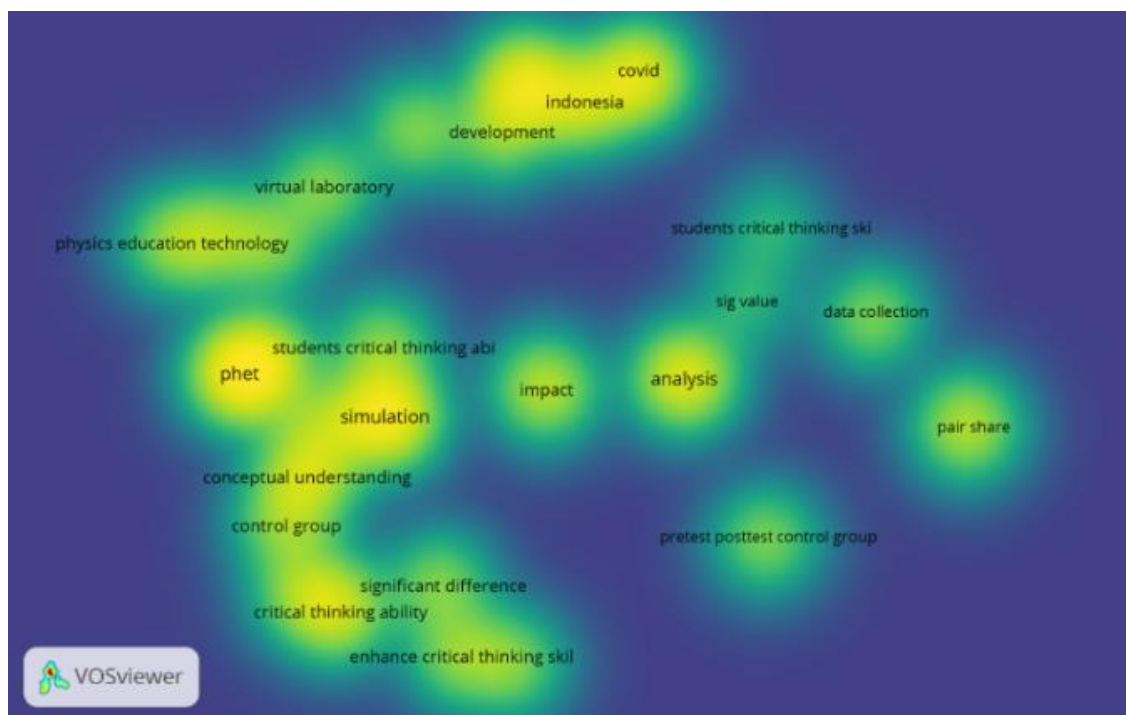
Indonesia, dan klaster keempat (kuning) menjadi penghubung antar topik yang menekankan pentingnya *critical thinking ability* sebagai inti dari seluruh penelitian. Hasil ini memperkuat bahwa kombinasi model STAD dan simulasi PhET memiliki relevansi tinggi dalam konteks pembelajaran fisika modern yang menuntut kolaborasi dan pemecahan masalah.



Gambar. 3. Peta overlay (overlay visualization) yang menunjukkan perkembangan temporal penelitian dari tahun 2021-2024

Peta overlay (Gambar 3) menggambarkan perkembangan temporal kata kunci dari tahun 2021 hingga 2024. Warna biru menunjukkan penelitian awal yang berfokus pada pandemi dan efektivitas media simulasi, sementara warna hijau menandakan periode pengembangan desain eksperimen dan integrasi model kooperatif STAD. Warna kuning, yang mewakili tahun 2024, menandakan munculnya topik baru

seperti *pair share* dan *development*, menunjukkan arah penelitian yang kini mengarah pada pengembangan perangkat ajar kolaboratif berbasis digital. Temuan ini mengindikasikan bahwa penelitian terkait STAD dan PhET terus mengalami perkembangan dari sekadar penerapan media, menuju pada inovasi desain pembelajaran dan pengembangan model berbasis teknologi.



Gambar. 4. Peta kepadatan (density visualization) hasil analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer

Peta kepadatan (Gambar 4) menunjukkan bahwa kata kunci dengan intensitas tertinggi adalah *PhET*, *simulation*, dan *critical thinking ability*. Warna kuning pada peta mengindikasikan bahwa ketiga istilah tersebut menjadi topik dominan dan saling berhubungan erat. Hal ini menunjukkan bahwa fokus penelitian satu dekade terakhir lebih menekankan pada pemanfaatan simulasi interaktif PhET untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran fisika. Selain itu, istilah seperti *control group*, *significant difference*, dan *analysis* juga sering muncul, yang menandakan bahwa pendekatan kuasi-eksperimen dengan desain pretest–posttest merupakan metode paling banyak digunakan dalam penelitian terkait.

Berdasarkan hasil review artikel dan analisis bibliometrik, dapat disimpulkan bahwa penelitian-penelitian terdahulu konsisten menunjukkan bahwa pembelajaran kooperatif tipe STAD berbantuan simulasi PhET efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa fisika. Simulasi PhET tidak hanya berfungsi sebagai media pendukung visualisasi konsep, tetapi juga mendorong interaksi sosial, kerja sama tim, dan

keterlibatan aktif siswa dalam proses konstruksi pengetahuan sesuai teori konstruktivisme sosial Vygotsky. Selain itu, tren penelitian terkini menunjukkan adanya pergeseran fokus dari evaluasi efektivitas menuju pengembangan model dan media pembelajaran inovatif yang relevan dengan konteks digital dan pembelajaran abad ke-21.

KESIMPULAN

Hasil sintesis menunjukkan bahwa integrasi model STAD dan simulasi PhET memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis, pemahaman konsep, serta motivasi belajar siswa. Penelitian terdahulu mendukung penerapan model ini dalam berbagai konteks baik daring, tatap muka, maupun di daerah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium. Dengan demikian, hasil tinjauan sistematis ini memperkuat landasan teoretis dan empiris bahwa pembelajaran berbasis kolaborasi dan teknologi interaktif menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di tingkat SMA.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., Wahyudi, W., & Sri Putu Verawati, N. N. (2024). Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Simulasi Phet Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Peserta Didik SMAN 8 Mataram. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 5(1), 75–80. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v5i1.293>
- 'Aje, A. U. (2022). *Model pembelajaran kooperatif tipe student achievement division (stad) & team games tournament (tgt)*. Cv. Azka Pustaka.
- Almadrones, R. DG., & Tadifa, F. G. (2024). Physics Educational Technology (PHET) Simulations in Teaching General Physics 1. *International Journal of Instruction*, 17(3), 635–650. <https://doi.org/10.29333/iji.2024.17335a>
- Aoude, M. F. N. (2015). *The Impact of Integrating Computer Simulations On The Achievement of Grade 11 Emirati Students In Uniform Circular Motion*. https://scholarworks.uaeu.ac.ae/all_theses/221
- Auliya, A. N., Katminingsih, Y., & Widodo, S. (2024). UPAYA MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 11(3), 807–819. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v11i3.3746>
- 'Avkarinah, Z. I. (2024). Implementasi Simulasi Interaktif Phet Dalam Pembelajaran Muatan Pada Benda Di SMP Tinjauan Terhadap Efektivitas Siswa. *Pendidikan Dasar*, 9(2), 3185–3200.
- Damayanti, I., Baqy, I., & Rokhmat, J. (2025). A Systematic Review of Research Trends in Cooperative Learning Models in Science Learning. *Contextual Natural Science Education Journal*, 3(2), 1–14. <https://doi.org/10.29303/cnsej.v3i2.1077>
- Dian Permana, N., Angkat, S., Ilhami, A., & Ilham Syarif, M. (t.t.). Think Pair Share Learning Model Assisted By Virtual Simulation on Vibration, Wave and Sound Material: Its Impact on Students' Critical Thinking Skills. *Intenational Conference on Emerging Trends on Science Education*.
- Drastisianti, A., Dewi, A. K., & Alighiri, D. (2024). Effectiveness of Guided Inquiry Learning With PhET Simulation to Improve Students' Critical Thinking Ability and Understanding of Reaction Rate Concepts. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 8(2), 235. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v8i2.93924>
- Fadzillah Karira, N., Sunarti, T., Niswati, M., Setyasih, W., Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., & Surabaya, U. N. (2023). Validitas Instrumen Tes Berbasis Literasi Sains untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Energi Terbarukan. Dalam *Titin Sunarti, Mukhayyarotin Niswati. R. J* (Vol. 12, Nomor 2). Noer Fadzillah Karira.
- Firmansyah, J., Widiasih, W., Saputra, H., Phon Kamilah, D., & Ginting, V. (2024). The Effectiveness of Project Online Collaboration Laboratory in Improving Science Process and Critical Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 25(2), 827–846. <https://doi.org/10.23960/jpmipa/v25i2.pp827-846>
- Halawa, A. N., & Mulyanti, D. (2023). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Mutu Instansi Pendidikan Dan Pembelajaran. *Inspirasi Dunia: Jurnal Riset Pendidikan dan Bahasa*, 2, 57–64.
- Halim, A., Alinda, M., Mahzum, E., & Wahyuni, A. (2024). *Impact of Using*

- PhET and NI Multisim Simulation on Understanding Electrical Circuit Concepts*. <https://doi.org/10.21009/1>
- Handayanti, A., & Wicaksono, I. (2020). *PENGUNAAN MEDIA PHET (Physics Education Technology) PADA PEMBELAJARAN GETARAN DAN GELOMBANG TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN HASIL BELAJAR SISWA DI SMP* (Vol. 4, Nomor 2).
- Hasyim, F., Prastowo, T., & Jatmiko, B. (2020). The Use of Android-Based PhET Simulation as an Effort to Improve Students' Critical Thinking Skills during the Covid-19 Pandemic. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(19), 31–41. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i19.15701>
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era Society 5.0. *EDUKATIF: JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 4(2), 3011–3024. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2589>
- Joyce, H., & Ramirez, M. (2021). Facilitating Computer-Supported Collaborative Learning with Question-Asking Scripting Activity and its Effects on Students' Conceptual Understanding and Critical Thinking in Science. Dalam *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education* (Vol. 29, Nomor 1).
- Juraidah, J., & Hartoyo, A. (2022). PERAN GURU DALAM MENUMBUHKEMBANGKAN KEMANDIRIAN BELAJAR DAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SEKOLAH DASAR MELALUI PROYEK PENGUATAN PROFIL PELAJAR PANCASILA. *JURNAL PENDIDIKAN DASAR PERKHAHA: Jurnal Penelitian Pendidikan Dasar*, 8(2), 105–118. <https://doi.org/10.31932/jpdp.v8i2.1719>
- Lestari, N., & Apsari, N. (2022). e-Modul Ethnophysics for Critical Thinking Skills in the Covid-19 Pandemic. *JPPPF*, 8(2). <https://doi.org/10.21009/1>
- Liswar, F., Hidayati, A., Rayendra, R., & Yeni, F. (2023). Use of Phet Interactive Simulation Software in Physics Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue), 135–142. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9ispecialissue.5982>
- Oktavia, W. D., Rini, E. F. S., & Boddu, S. S. (2024). THE RELATIONSHIP OF MOTIVATION AND PHYSICS LEARNING OUTCOMES USING THE LEARNING CYCLE 5E MODEL. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 81–87. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v9i1.29642>
- Olusegun, S. (t.t.). *Constructivism Learning Theory: A Paradigm for Teaching and Learning*. 5(6), 66–70. <https://doi.org/10.9790/7388-05616670>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., & Moher, D. (2021). Updating guidance for reporting systematic reviews: development of the PRISMA 2020 statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 134, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.02.003>
- Putri, H. V., & Wahyuningsih, dan D. (2023). Analisis Bibliometrik Tren Penelitian Implementasi Model Project Based Learning (PjBL)-STEM dalam Pembelajaran Fisika Tahun 2011-2021.
- Saputra, L. Muh. R. S. (2013). Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X SMA Muhammadiyah Masbagik Tahun Pelajaran 2012/2013. 1.
- Sari, N. P., Yusuf, M., & Yamtinah, S. (2023). Application of a Virtual

- Laboratory Containing Ethnoscience to Enhance Students' Critical Thinking Skills. *Journal of Education Technology*, 7(4), 590–598. <https://doi.org/10.23887/jet.v7i4.687>
- Slamet Budiarti, I., & Lumbu, A. (t.t.). THE USE OF PHET SIMULATION ON PHYSICS CHAPTER WAVE AND VIBRATION IN 3T REGION. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 8(3), 328–337. <https://phet.colorado.edu>
- Sukamto, I., Maulina, H., Widyastuti, W., Tias, I. W. U., Huda, T. A., & Maulina, D. (2022). Integrated STEM 3.0 Approach to Enhance Critical Thinking Skills: An Empirical Evidence. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 12(3), 1244–1257. <https://doi.org/10.23960/jpp.v12.i3.202219>
- Sukandi, A., Rokhmat, J., & Gunada, I. W. (2025). The Influence of Guided Inquiry Learning Model on Students' Critical Thinking Skills in Thermodynamics Material. *International Journal of Contextual Science Education*, 3(2), 229–233. <https://doi.org/10.29303/ijcse.v3i2.1015>
- Taihuttu, J., Batlolona, J. R., Wattimena, H. S., Jamaludin, J., Silahooy, S., & Akyuwen, F. (2024). Analysis of students' cognitive physics learning outcomes on the material of substances and their forms using think-pair-share. *Journal of Science and Science Education*, 5(2), 178–185. <https://doi.org/10.29303/jossed.v5i2.9711>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st-century-skills-learning-for-life-in-our-times*.
- Utami, F. H., Purwanto, A., Medriati, R., & Aisyah, S. R. (2024). Pengaruh Project Based Learning Model Berbantuan Canva terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 9(1), 35–46.
- Wiravanjava. (2017). *Pengaruh Penerapan Metode Eksperimen Menggunakan Phet Simulation Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Ditinjau Dari Pengetahuan Awal Siswa SMP/MTs*.