

Pedagogik Journal of Islamic Elementary School

Pembelajaran Sains Digital Berbasis Teori Konstruktivisme untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis

 Article

Document Details

Submission ID

trn:oid:::3618:155556538

Submission Date

Oct 22, 2026, 10:24 PM GMT+8

Download Date

Oct 22, 2026, 10:29 PM GMT+8

File Name

copyedited 12874.docx

File Size

3.1 MB

20 Pages

5,248 Words

36,804 Characters

21% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 17%  Internet sources
- 9%  Publications
- 13%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 17% Internet sources
- 9% Publications
- 13% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	journal.unpas.ac.id	1%
2	Internet	jer.or.id	<1%
3	Publication	Awaliyahriskyta Putri, Supriyadi Supriyadi, Dian Pramana. "Hubungan panjang tu...	<1%
4	Internet	e-journal.hamzanwadi.ac.id	<1%
5	Internet	ejournal.iainpalopo.ac.id	<1%
6	Internet	journal.ummat.ac.id	<1%
7	Internet	repository.uinsu.ac.id	<1%
8	Student papers	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2026-04-22	<1%
9	Publication	Abdul Muin, Muhammad Zid, Samadi Samadi. "Analisis Indikator Sumber Daya Al...	<1%
10	Internet	digilib.uinsgd.ac.id	<1%
11	Internet	journal.ipm2kpe.or.id	<1%

12	Internet	archive.umsida.ac.id	<1%
13	Internet	ejournal.poltekkes-pontianak.ac.id	<1%
14	Student papers	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2026-02-19	<1%
15	Student papers	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2025-09-18	<1%
16	Internet	repository.metrouniv.ac.id	<1%
17	Internet	repository.upi.edu	<1%
18	Internet	edubio.ftk.uinjambi.ac.id	<1%
19	Internet	itscience.org	<1%
20	Student papers	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2025-10-01	<1%
21	Internet	digilib.uinkhas.ac.id	<1%
22	Internet	journal.universitaspahlawan.ac.id	<1%
23	Internet	readmore.id	<1%
24	Student papers	Universitas Islam Riau on 2025-09-12	<1%
25	Internet	e-journal.unmuhkupang.ac.id	<1%

26	Student papers	Universitas Pendidikan Ganesha on 2026-04-10	<1%
27	Student papers	Universitas Trunojoyo on 2025-07-27	<1%
28	Internet	ejurnal.ung.ac.id	<1%
29	Internet	elevate.id	<1%
30	Internet	jurnalexacta.files.wordpress.com	<1%
31	Internet	repository.lppm.unila.ac.id	<1%
32	Student papers	Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan on 2026-08-06	<1%
33	Publication	Fella Vidia Fravisdha, Agus Suyatno. "EFEKTIVITAS PELATIHAN LITERASI DIGITAL ...	<1%
34	Internet	jurnalmahasiswa.unesa.ac.id	<1%
35	Student papers	Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan on 2025-11-03	<1%
36	Publication	Siti Fatia Ananta, Panca Dewi Purwati. "Penerapan Flipbook Berbasis PjBL untuk ...	<1%
37	Internet	dakwahkepimpinan.my	<1%
38	Internet	e-journal.nalanda.ac.id	<1%
39	Internet	journal.aritekin.or.id	<1%

40	Internet	ojs3.unpatti.ac.id	<1%
41	Internet	www.researchgate.net	<1%
42	Publication	Alfiani Firdausi, Dina Merdeka Citraningrum, Hasan Suaedi. "Inovasi <i>Project B...	<1%
43	Student papers	IAI KAPD Jawa Timur on 2015-10-07	<1%
44	Publication	Nurhaswinda Nurhaswinda, Khofifa Alvinur, Cinta Leoni Herry Jhon, Sarah Ajri et ...	<1%
45	Internet	core.ac.uk	<1%
46	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%
47	Internet	ejournal-nawalaedu.com	<1%
48	Internet	ejournal.polraf.ac.id	<1%
49	Internet	id.123dok.com	<1%
50	Internet	journal.aripi.or.id	<1%
51	Internet	journal.uinsgd.ac.id	<1%
52	Internet	jurnal.ceredindonesia.or.id	<1%
53	Internet	jurnal.uhn.ac.id	<1%

54	Internet	kimiaindah.files.wordpress.com	<1%
55	Internet	lenterapendidikan.hadana.id	<1%
56	Internet	text-id.123dok.com	<1%
57	Internet	www.tci-thaijo.org	<1%
58	Internet	123dok.com	<1%
59	Student papers	Universitas Negeri Jakarta on 2025-01-04	<1%
60	Internet	digilib.uin-suka.ac.id	<1%
61	Internet	e-journal.metrouniv.ac.id	<1%
62	Internet	ejournal.indo-intellectual.id	<1%
63	Internet	mafiadoc.com	<1%
64	Internet	mgii-journal.web.id	<1%
65	Internet	pt.scribd.com	<1%
66	Internet	staffnew.uny.ac.id	<1%
67	Internet	www.jurnalp4i.com	<1%

68	Publication	Meyta Pritandhari, Cipto Wardoyo, Budi Eko Soetjipto, Sugeng Hadi Utomo. "Diffe...	<1%
69	Publication	Susanti Susanti. "Efektivitas Metode Imla' Manzur dalam Meningkatkan Keteram...	<1%
70	Student papers	Universitas Airlangga-1 on 2026-02-12	<1%
71	Student papers	Universitas Katolik Musi Charitas on 2026-10-20	<1%
72	Student papers	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2025-10-19	<1%
73	Student papers	Universitas Pendidikan Indonesia on 2025-07-23	<1%
74	Internet	bak.unp.ac.id	<1%
75	Internet	journal.stkipsubang.ac.id	<1%
76	Internet	repository.umsu.ac.id	<1%
77	Internet	repository.unpas.ac.id	<1%
78	Internet	www.coursehero.com	<1%
79	Internet	www.mitrariset.com	<1%
80	Internet	zombiedoc.com	<1%

Digital Science Learning Based on Constructivism to Develop Critical Thinking Skills

Pembelajaran Sains Digital Berbasis Teori Konstruktivisme untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis

¹Exsaris Januar, ²Yanti Fitria, ³Atika Ulya Akmal, ⁴Ummiatul Fitri

Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Padang, Indonesia

e-mail: 1exaris1201@fip.unp.ac.id

Abstract

This study was motivated by the need for digital science learning that not only helps students understand abstract concepts but also develops their critical thinking skills. It aimed to analyze changes in primary school students' critical thinking skills through constructivist science learning supported by Stellarium simulation software. The study employed a mixed-methods approach with a case study design involving 30 sixth-grade students at Sekolah Indonesia Kota Kinabalu (SIKK), Malaysia, during the 2025/2026 academic year. Quantitative data were collected through pre-tests and post-tests and analyzed using a paired-samples t-test. Qualitative data were obtained through classroom observations and documentation during the learning process. The quantitative analysis revealed a statistically significant increase in students' critical thinking scores following the intervention ($p < 0.05$). Qualitative findings indicated that students became more actively engaged in learning, developed arguments based on virtual observations, and collaborated to construct their understanding of astronomical concepts. These findings suggest that integrating digital simulations into constructivist science learning may support the development of primary school students' critical thinking skills. Future research should involve larger samples, comparison groups, and diverse school contexts to examine the consistency of these findings and strengthen the evidence regarding the effectiveness of this approach.

Keywords: Critical Thinking Skills, Constructivism, Stellarium, Case Study, IPAS Learning

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh perlunya pembelajaran sains digital yang tidak hanya membantu siswa memahami konsep abstrak, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar melalui pembelajaran sains berbasis konstruktivisme yang didukung oleh perangkat lunak simulasi Stellarium. Penelitian menggunakan pendekatan metode campuran (mixed-methods) dengan desain studi kasus yang melibatkan 30 siswa kelas VI Sekolah Indonesia Kota Kinabalu (SIKK), Malaysia, pada tahun ajaran 2025/2026. Data kuantitatif dikumpulkan melalui tes awal (pre-test) dan tes akhir (post-test), kemudian dianalisis menggunakan uji-t berpasangan (paired-samples t-test). Data kualitatif diperoleh melalui observasi dan dokumentasi selama pembelajaran. Hasil analisis kuantitatif menunjukkan adanya peningkatan skor keterampilan berpikir kritis yang signifikan secara statistik setelah intervensi ($p < 0,05$). Temuan kualitatif menunjukkan bahwa siswa terlibat lebih aktif dalam pembelajaran, menyusun argumen berdasarkan hasil pengamatan virtual, serta berkolaborasi dalam membangun pemahaman tentang konsep astronomi. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi simulasi digital dalam pembelajaran sains berbasis konstruktivisme berpotensi mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan sampel yang lebih besar, kelompok pembandingan,

dan konteks sekolah yang beragam untuk menguji konsistensi temuan serta memperkuat bukti efektivitas pendekatan tersebut.

Kata Kunci: Keterampilan Berpikir Kritis, Konstruktivisme, Stellarium, Studi Kasus, Pembelajaran IPAS

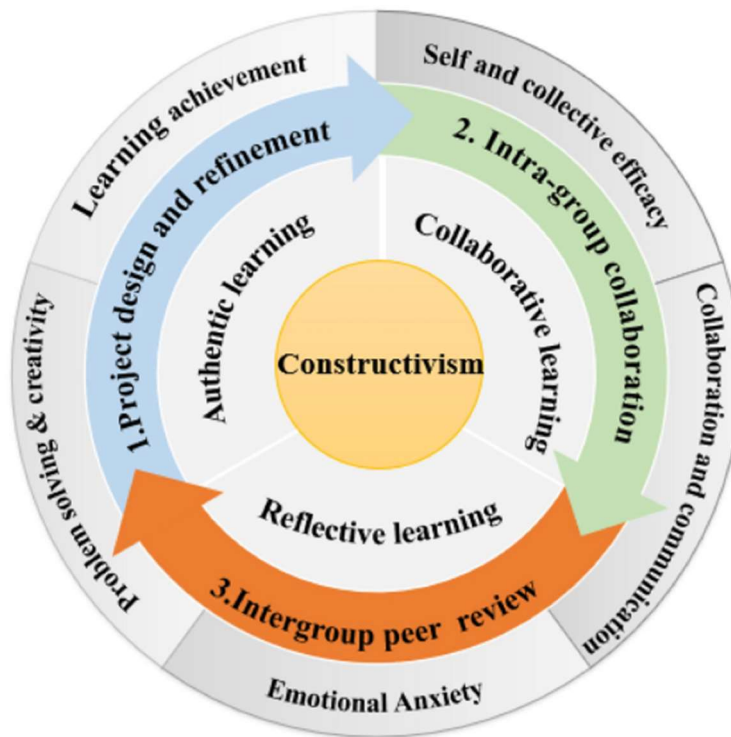


Licensed under [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

*Copyright (c) 2026 Exsaris Januar, Yanti Fitria, Atika Ulya Akmal, Ummiatul Fitri

Pendahuluan

Pendidikan abad ke-21 menuntut siswa menguasai kompetensi yang jauh melampaui penguasaan fakta, dan keterampilan berpikir kritis menjadi salah satu pilar utamanya ([Partnership for 21st Century Skills, 2019](#)). Pemenuhan tuntutan ini mensyaratkan pergeseran pedagogis dari transfer informasi pasif ke pembelajaran aktif, sebagaimana digagas dalam teori konstruktivisme: pengetahuan tidak diterima secara pasif, melainkan dibangun secara aktif oleh siswa melalui pengalaman dan interaksi sosial, dengan alat berpikir seperti teknologi berperan sebagai mediator krusial dalam perkembangan kognitif ([Vygotsky, 1978](#)). Dalam pembelajaran IPAS, pergeseran ini menjadi krusial justru pada topik abstrak seperti Tata Surya, karena di sanalah siswa paling membutuhkan ruang untuk mengeksplorasi, menganalisis, dan membangun model mentalnya sendiri ([Taylor et al., 1997](#)), dengan guru berperan sebagai fasilitator pengetahuan, bukan sumber tunggal informasi ([Brooks & Brooks, 1999](#)). Bukti empiris mendukung pergeseran ini: meta-analisis oleh [Freeman et al. \(2014\)](#) menunjukkan bahwa pembelajaran aktif, sebagai manifestasi konstruktivisme, secara signifikan lebih unggul dalam meningkatkan kinerja siswa dibandingkan metode ceramah tradisional (Gambar 1).



Gambar 1 Teori Konstruktivisme

(sumber: <https://thepharmtechinstructor.ca/constructivism-learning-theory/>)

Kondisi ideal ini belum sepenuhnya terwujud di banyak institusi pendidikan, termasuk di Sekolah Indonesia Kota Kinabalu (SIKK). Observasi awal menunjukkan bahwa pembelajaran IPAS di sekolah ini masih berlangsung secara konvensional dan berpusat pada guru (teacher-centered), pola yang memang masih mendominasi banyak praktik pembelajaran di lapangan (Ive Emaliana, 2025). Pendekatan semacam ini menciptakan suasana belajar yang monoton, membuat siswa pasif dan lebih banyak menunggu instruksi daripada berinisiatif, sehingga keterlibatan dan hasil belajar IPAS mereka relatif belum optimal.

Kesenjangan ini terasa paling nyata pada topik abstrak seperti Tata Surya, yang tidak dapat diajarkan secara efektif hanya melalui hafalan fakta. Siswa kerap datang ke kelas dengan miskonsepsi yang kuat dan sulit diubah mengenai fenomena langit, misalnya gerak semu Matahari dan fase Bulan (Zeilik et al., 2002), sementara kesulitan memvisualisasikan skala, gerak, dan interaksi dalam sistem Tata Surya membuat metode pengajaran konvensional semakin tidak memadai. Tanpa pengalaman konkret atau visualisasi yang memadai, gagasan-gagasan besar dalam sains sering kali gagal dipahami secara mendalam (Lelliott & Rollnick, 2010), dan rendahnya implementasi

pendekatan konstruktivisme pada topik semacam ini membuat siswa pasif serta menghambat potensi pengembangan keterampilan berpikir kritis mereka (Fadilla et al., 2021). Kesenjangan inilah yang dapat dijematani oleh teknologi pendidikan, khususnya perangkat lunak simulasi yang memungkinkan siswa bereksplorasi dan bereksperimen dalam lingkungan virtual (Lange et al., 2015).

Salah satu teknologi terdepan dalam pendidikan astronomi adalah perangkat lunak simulasi Stellarium, yang menurut tinjauan literatur sistematis oleh Freitas et al. (2021) terbukti menjadi alat yang ampuh untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa. Perangkat lunak ini memungkinkan siswa melakukan eksplorasi mandiri terhadap fenomena langit, sebuah proses yang secara inheren mendukung prinsip konstruktivisme (Bell, 2008), mengubah pembelajaran dari sekadar menerima informasi menjadi proses aktif membangun pengetahuan melalui pengalaman memanipulasi objek-objek astronomi secara langsung.

Penelitian oleh Prastyo et al. (2022) menunjukkan bagaimana simulasi dinamis di Stellarium membantu mahasiswa mengatasi kesulitan dalam memahami konsep astronomi bola yang kompleks. Meskipun demikian, banyak penelitian yang ada cenderung berfokus pada pengukuran hasil belajar kognitif, seperti prestasi akademik atau motivasi (Yıldız & Ecevit, 2023), sehingga masih terdapat celah dalam literatur mengenai bagaimana alat seperti Stellarium dapat diintegrasikan secara strategis dalam sebuah desain pembelajaran untuk secara eksplisit menargetkan dan mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Penelitian ini bertujuan mengisi celah tersebut dengan mengadopsi kerangka belajar dengan teknologi (Jonassen et al., 2008), tempat Stellarium tidak hanya berfungsi sebagai media, melainkan sebagai alat kognitif bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Secara spesifik, kajian ini menganalisis efektivitas integrasi simulasi astronomi Stellarium dengan kerangka pedagogis konstruktivisme dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, serta menelaah bagaimana siswa berinteraksi dengan teknologi tersebut sebagai alat kognitif untuk membangun pengetahuan dan memecahkan masalah dalam konteks pembelajaran IPAS di Sekolah Indonesia Luar Negeri (SILN).

Kebaruan penelitian ini terletak pada sintesis tiga elemen kunci. Pertama, penelitian ini tidak sekadar memperlakukan teknologi sebagai alat bantu visual, melainkan merancangya sebagai fondasi utama dalam skenario pembelajaran berbasis

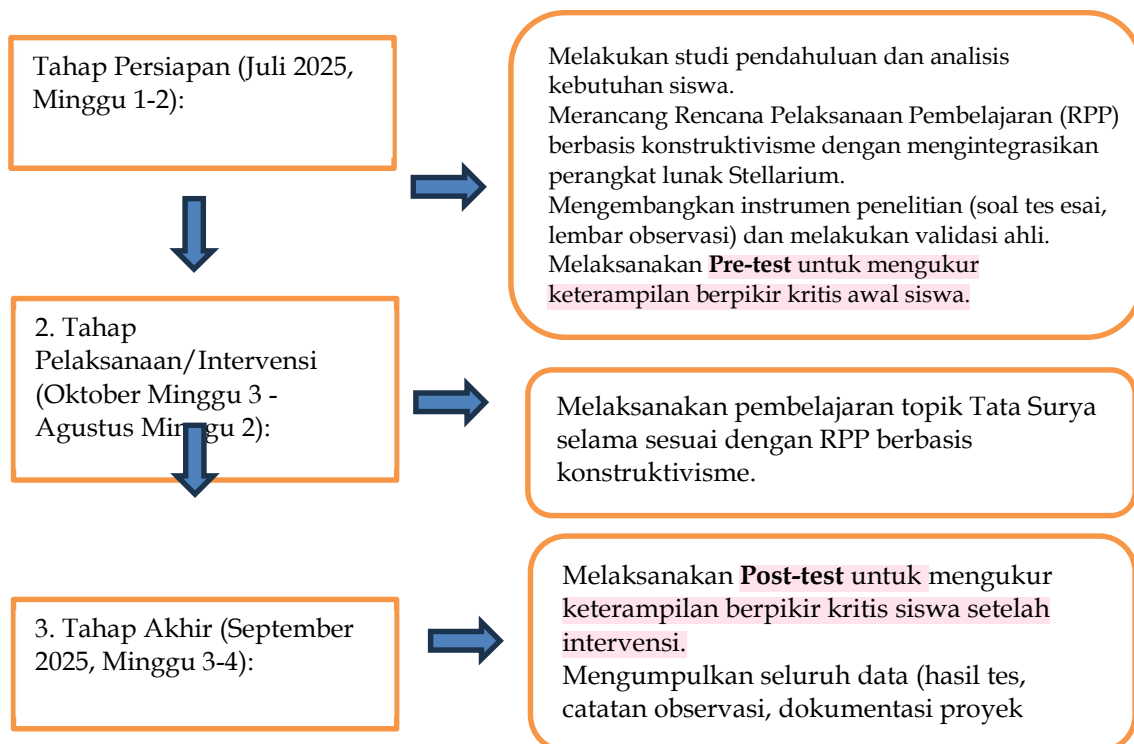
masalah, tempat siswa belajar dengan teknologi, bukan sekadar belajar dari teknologi (Jonassen et al., 2008). Kedua, berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada hasil belajar kognitif atau motivasi (Yıldız & Ecevit, 2023), penelitian ini secara spesifik menargetkan dan mengukur dampak intervensi pada keterampilan berpikir kritis, variabel yang lebih kompleks dan esensial. Ketiga, penelitian ini dilakukan dalam konteks SILN, area yang masih jarang dieksplorasi dalam literatur inovasi pendidikan Indonesia.

Kontribusi penelitian ini bersifat teoretis sekaligus praktis. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya literatur tentang bagaimana teknologi simulasi dapat menjadi mediator efektif dalam pembelajaran konstruktivis untuk mengembangkan Higher-Order Thinking Skills (HOTS). Secara praktis, penelitian ini menghasilkan model pembelajaran inovatif yang dapat direplikasi oleh guru, khususnya di SIKK dan lingkungan SILN lainnya, sebagai solusi konkret untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains, mengatasi pasivitas siswa, dan membekali mereka dengan kompetensi yang relevan untuk masa depan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (mixed-methods) dengan desain terpancang (embedded design), yang menempatkan studi kasus sebagai kerangka utama penelitian dan desain kuasi-eksperimen one-group pretest-posttest sebagai komponen kuantitatif. Studi kasus dipilih untuk menginvestigasi secara mendalam dan holistik proses pembelajaran konstruktivisme dalam konteks nyata (Creswell & Poth, 2018). Kasus dalam penelitian ini dibatasi pada implementasi pembelajaran konstruktivisme pada materi Sistem Tata Surya di satu kelas VI Sekolah Indonesia Kota Kinabalu (SIKK), termasuk proses pembelajaran dan perubahan keterampilan berpikir kritis siswa. Komponen kuantitatif menggunakan desain one-group pretest-posttest untuk membandingkan skor keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran. Perbedaan skor dianalisis menggunakan uji-t berpasangan (paired-samples t-test) untuk mengetahui signifikansi perubahan yang terjadi setelah intervensi. Sementara itu, data kualitatif yang diperoleh melalui observasi dan dokumentasi digunakan untuk mendeskripsikan proses implementasi pembelajaran serta memberikan konteks dalam menginterpretasikan hasil kuantitatif. Dengan demikian, studi kasus berfungsi sebagai kerangka investigasi kontekstual, sedangkan desain one-group pretest-posttest menjadi dasar analisis

kuantitatif perubahan skor keterampilan berpikir kritis. Karena penelitian ini tidak melibatkan kelompok kontrol, perubahan skor yang ditemukan diinterpretasikan sebagai perubahan setelah intervensi dan tidak diperlakukan sebagai bukti kausal yang definitif. Penelitian dilaksanakan di SIKK, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia, pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026, yaitu Oktober hingga November 2025. Subjek penelitian adalah 30 siswa kelas VI yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling, dengan pertimbangan bahwa materi Sistem Tata Surya diajarkan pada jenjang tersebut sesuai dengan kurikulum yang berlaku dan konteks kelas memungkinkan pengkajian mendalam terhadap implementasi pembelajaran IPAS. Prosedur penelitian meliputi tahap persiapan, pelaksanaan pretest, implementasi pembelajaran konstruktivisme, pelaksanaan posttest, serta pengumpulan dan analisis data kualitatif. Data kuantitatif dianalisis untuk mengidentifikasi perubahan skor keterampilan berpikir kritis, sedangkan data kualitatif dianalisis untuk mendeskripsikan proses pembelajaran dan memberikan penjelasan kontekstual terhadap temuan kuantitatif. Integrasi kedua jenis data dilakukan pada tahap interpretasi untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai perubahan keterampilan berpikir kritis siswa dalam konteks pembelajaran yang diteliti. Prosedur penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Alur Penelitian Ini Dibagi Menjadi Tiga Tahap Utama:

53 Berdasarkan Gambar 2 alur penelitian terdiri atas tiga tahap, yaitu persiapan, pelaksanaan intervensi, dan tahap akhir. Tahap persiapan meliputi studi pendahuluan, analisis kebutuhan siswa, penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis konstruktivisme dengan mengintegrasikan perangkat lunak Stellarium, pengembangan instrumen penelitian, serta pelaksanaan pretest untuk mengukur keterampilan berpikir kritis awal siswa. Tahap pelaksanaan dilakukan melalui penerapan pembelajaran topik Tata Surya selama dua minggu sesuai dengan RPP yang telah disusun. Selanjutnya, tahap akhir meliputi pelaksanaan posttest untuk mengukur keterampilan berpikir kritis setelah intervensi, pengumpulan data melalui tes, catatan observasi, dan dokumentasi proyek siswa, serta analisis data dan penarikan kesimpulan. Untuk Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data, Tes Keterampilan Berpikir Kritis: Berupa soal esai (uraian) yang digunakan sebagai pre-test dan post-test.

6 Instrumen penelitian terdiri atas soal esai, lembar observasi, dan dokumentasi. Soal esai pre-test dan post-test dirancang untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa, khususnya kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan membuat inferensi terkait materi Sistem Tata Surya, bukan sekadar mengingat fakta. Sebelum digunakan, soal esai tersebut telah melalui validasi oleh pakar untuk menilai kesesuaian butir soal dengan indikator keterampilan berpikir kritis dan materi pembelajaran. Masukan dari proses validasi digunakan sebagai dasar untuk memastikan kesesuaian instrumen dengan tujuan pengukuran. Lembar observasi digunakan oleh peneliti selama pembelajaran untuk mengamati perilaku yang mencerminkan keterampilan berpikir kritis, seperti mengajukan pertanyaan mendalam, menyampaikan argumen logis, dan menanggapi gagasan teman.

34 Dokumentasi berupa foto, video, dan hasil kerja proyek siswa digunakan untuk mendukung data observasi serta memberikan bukti kontekstual mengenai proses pembelajaran. Teknik Analisis Data. Analisis Data Kuantitatif: Data hasil pre-test dan post-test akan dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik. Pertama, dilakukan uji normalitas data. Jika data terdistribusi normal, maka akan dilakukan uji Paired Sample T-Test untuk membandingkan skor rata-rata sebelum dan sesudah perlakuan guna melihat signifikansi pengaruhnya. Analisis Data Kualitatif: Data dari lembar observasi dan dokumentasi dianalisis menggunakan model interaktif dari Miles et al. (2014), yang meliputi tiga tahap: (1) Kondensasi Data (memilih, memfokuskan, dan menyederhanakan catatan lapangan), (2) Penyajian Data (menyajikan informasi dalam

bentuk narasi atau matriks), dan (3) Penarikan Kesimpulan/Verifikasi.

Penilaian keterampilan berpikir kritis siswa dilakukan berdasarkan lima aspek, yaitu memberikan penjelasan dasar, membangun alasan dan bukti, menarik inferensi, memberikan penjelasan lanjutan, serta strategi dan taktik berpikir. Setiap aspek dinilai menggunakan rubrik dengan skala 1-4 berdasarkan indikator operasional yang telah ditetapkan. Skor setiap aspek dihitung berdasarkan hasil penilaian instrumen yang digunakan, kemudian dirata-ratakan untuk menentukan kategori capaian. Penentuan kategori menggunakan interval yang sama lebar, dengan rumus :

$$I = \left(\frac{S_{max} - S_{min}}{K} \right) = \frac{4-1}{4} = 0,75$$

Dengan demikian, skor interval dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Interval Skor dan Kategori Keterampilan Berpikir Kritis

No.	Interval skor rata-rata	Kategori
1	3,26-4,00	Sangat Baik
2	2,51-3,25	Baik
3	1,76-2,50	Cukup
4	1,00-1,75	Kurang

Selanjutnya Tabel berikut menyajikan indikator keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan berdasarkan kerangka Ennis (2011) dan disesuaikan dengan karakteristik pembelajaran konstruktivistik pada topik Tata Surya. Untuk indikator keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada instrumennya pada tabel 2.

Tabel 2 Indikator dan Hasil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Aspek	Indikator Operasional	Deskripsi Hasil Implementasi
1. Memberikan Penjelasan Dasar	Siswa mampu mengidentifikasi permasalahan yang muncul dalam fenomena Tata Surya (misalnya rotasi dan revolusi Bumi) serta menjelaskan konsep dasar dengan bahasa sendiri.	Sebagian besar siswa dapat menjelaskan perbedaan antara rotasi dan revolusi Bumi secara sederhana menggunakan model miniatur Tata Surya yang dibuat sendiri. Mereka menunjukkan pemahaman awal yang cukup baik terhadap konsep siang-malam dan pergantian musim.
2. Membangun Alasan dan Bukti	Siswa memberikan alasan logis terhadap pendapatnya dan mendukungnya dengan bukti hasil pengamatan atau sumber ilmiah.	Siswa mampu menjelaskan bahwa siang dan malam terjadi karena rotasi Bumi dengan mengaitkan hasil pengamatan dari eksperimen cahaya senter sebagai matahari. Beberapa siswa menggunakan referensi video pembelajaran untuk memperkuat argumen mereka.
3. Menarik Inferensi	Siswa dapat menarik kesimpulan dari hasil pengamatan atau simulasi Tata Surya dan memprediksi akibat dari fenomena astronomi tertentu.	Siswa menyimpulkan bahwa gerhana Matahari terjadi karena posisi Bulan menutupi cahaya Matahari menuju Bumi. Mereka juga mampu memprediksi bahwa tanpa rotasi Bumi, hanya satu sisi Bumi yang akan terus mengalami siang.
4. Memberikan Penjelasan Lanjutan	Siswa mampu mengevaluasi keakuratan informasi dan mengaitkan konsep Tata Surya dengan kehidupan sehari-hari.	Siswa dapat membedakan fakta ilmiah dan mitos tentang gerhana. Mereka juga mengaitkan manfaat revolusi Bumi dengan pergantian musim yang memengaruhi aktivitas manusia. Beberapa siswa menunjukkan kemampuan menilai sumber informasi yang kredibel dari internet.
5. Strategi dan Taktik Berpikir	Siswa memilih strategi ilmiah yang tepat untuk memecahkan masalah, melakukan refleksi, dan mengajukan pertanyaan kritis baru.	Siswa menunjukkan inisiatif dalam membuat model sederhana Tata Surya dari bahan bekas. Mereka berdiskusi untuk memperbaiki kesalahan konsep dan mengajukan pertanyaan seperti "Mengapa planet tidak bertabrakan meskipun bergerak mengelilingi matahari?" sebagai bentuk eksplorasi lanjut.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian disajikan berdasarkan dua jenis data yang telah dikumpulkan, yaitu data kuantitatif dari tes keterampilan berpikir kritis dan data kualitatif dari lembar observasi serta dokumentasi selama proses pembelajaran. Untuk mengukur pengaruh pendekatan konstruktivisme yang dimediasi oleh Stellarium, data skor pre-test dan post-test dari 30 siswa kelas VI dianalisis secara statistik. Statistik Deskriptif

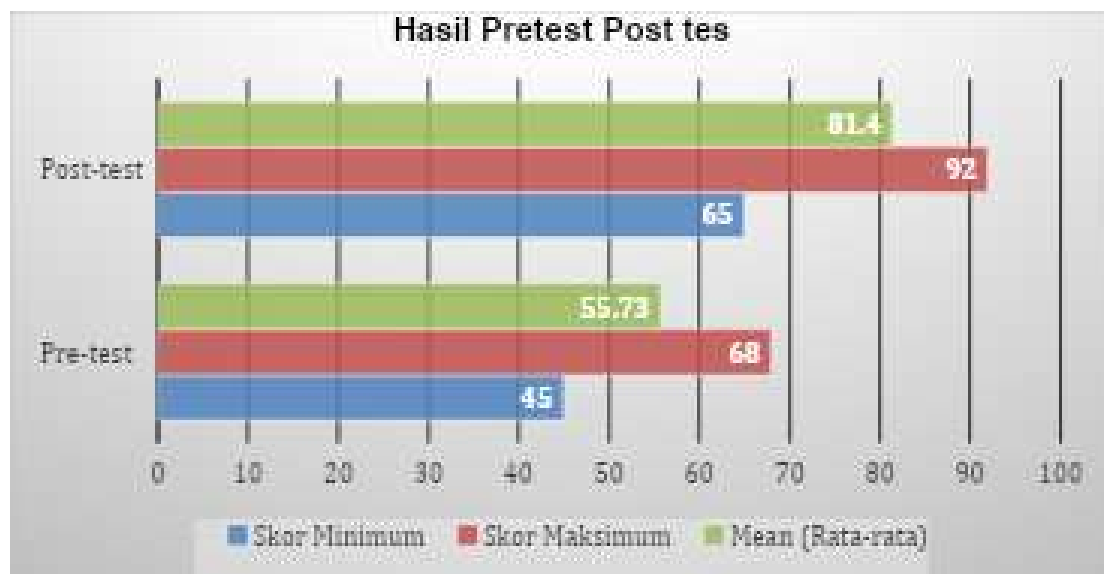
Analisis deskriptif menunjukkan adanya peningkatan skor rata-rata (mean)

keterampilan berpikir kritis siswa dari sebelum (pre-test) ke sesudah (post-test) perlakuan. Rangkuman hasil statistik deskriptif disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Statistik Deskriptif Skor Keterampilan Berpikir Kritis Siswa (N=30)

Tes	Skor Minimum	Skor Maksimum	Mean (Rata-rata)	Standar Deviasi
Pre-test	45	68	55.73	6.42
Post-test	65	92	81.40	7.15

Seperti yang terlihat pada tabel 3, skor rata-rata siswa meningkat sebesar 25,67 poin setelah mengikuti pembelajaran berbasis konstruktivisme. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Pretest Posttest

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) yang berlandaskan teori belajar konstruktivisme menekankan pentingnya keterlibatan aktif siswa dalam membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman langsung, refleksi, dan interaksi sosial. Dalam konteks topik Tata Surya, teori ini memungkinkan siswa untuk tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga menafsirkan dan mengonstruksi pemahaman ilmiah berdasarkan hasil pengamatan serta diskusi dengan teman sebaya. Melalui kegiatan eksploratif seperti pembuatan model miniatur planet, simulasi gerhana, atau pengamatan pergerakan benda langit, siswa berkesempatan mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang menjadi salah satu kompetensi utama abad ke-21 (Ela et al., 2025).

Implementasi teori konstruktivisme dalam pembelajaran IPAS di Sekolah Indonesia Kota Kinabalu diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam

menganalisis fenomena ilmiah, mengajukan pertanyaan yang menantang, serta memberikan alasan logis terhadap suatu konsep. Oleh karena itu, pengukuran keterampilan berpikir kritis menjadi aspek penting untuk mengetahui sejauh mana proses pembelajaran telah memberikan dampak terhadap kemampuan berpikir ilmiah siswa. Hasil implementasinya dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Skor Rata - Rata Kemampuan Perpikir Kritis

Berdasarkan Gambar 4, hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran IPAS topik Tata Surya melalui penerapan teori belajar konstruktivisme berada pada kategori “Baik – Sangat Baik” dengan skor rata-rata keseluruhan 3,4. Aspek dengan capaian tertinggi adalah memberikan penjelasan dasar (3,6) dan strategi dan taktik berpikir (3,5), sedangkan aspek menarik inferensi memperoleh skor terendah (3,2) meskipun masih dalam kategori baik. Temuan ini menegaskan bahwa siswa telah mampu mengidentifikasi konsep dasar secara mandiri, memberikan alasan logis, serta menunjukkan kemampuan reflektif dalam menyusun strategi pemecahan masalah selama proses pembelajaran berlangsung.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa penerapan teori konstruktivisme efektif dalam mendorong siswa membangun pemahaman konseptual melalui aktivitas eksploratif dan kolaboratif. Kegiatan pembelajaran berbasis konstruktivisme memungkinkan siswa mengaitkan konsep-konsep astronomi seperti rotasi, revolusi, dan gerhana dengan fenomena kehidupan sehari-hari. Melalui proses tersebut, siswa

tidak hanya memahami konsep secara teoretis, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah, seperti memberikan alasan berbasis bukti dan menarik kesimpulan dari hasil pengamatan yang dilakukan.

Uji Hipotesis

Uji prasyarat untuk Paired Sample T-Test yang dilakukan sebagai berikut : Uji Normalitas: Wajib dilakukan. Namun, yang diuji normalitasnya bukan data pre-test atau post-test secara terpisah, melainkan distribusi dari selisih (difference) antara skor post-test dan pre-test. Uji Homogenitas: Tidak diperlukan. Uji homogenitas varians (seperti Levene's Test) digunakan untuk membandingkan varians antara dua kelompok yang independen atau berbeda (misalnya: kelas eksperimen vs. kelas kontrol).

Uji Normalitas

Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah data selisih (gain score) antara post-test dan pre-test terdistribusi secara normal. Uji yang umum digunakan untuk sampel kecil (di bawah 50) adalah uji Shapiro-Wilk. Hipotesis Uji Normalitas: H_0 (Hipotesis Nol): Data selisih skor terdistribusi secara normal, H_a (Hipotesis Alternatif): Data selisih skor tidak terdistribusi secara normal. Dengan Kriteria Keputusan: Jika nilai Sig. (p-value) > 0.05 , maka H_0 diterima (data terdistribusi normal), Jika nilai Sig. (p-value) < 0.05 , maka H_0 ditolak (data tidak terdistribusi normal). Untuk hasil normalitas dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

	c		Shapiro-Wilk
	Statistic	df	Sig.
Selisih Skor (Post-test - Pre-test)	.958	30	.288

Berdasarkan Tabel 4, hasil uji normalitas Shapiro-Wilk untuk data selisih skor menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0.288. Karena nilai 0.288 lebih besar dari 0.05 ($0.288 > 0.05$), maka H_0 diterima. Ini berarti data selisih skor terdistribusi secara normal, sehingga asumsi normalitas untuk Paired Sample T-Test telah terpenuhi. Hasil uji prasyarat di atas menunjukkan bahwa asumsi normalitas telah terpenuhi (Sig. > 0.05). Asumsi homogenitas tidak disyaratkan untuk desain penelitian, Oleh karena itu, dapat melanjutkan analisis data menggunakan uji parametrik Paired Sample T-Test untuk mengetahui signifikansi pengaruh pendekatan konstruktivisme terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Setelah data dipastikan terdistribusi normal melalui uji Shapiro-Wilk, dilakukan uji Paired Sample T-Test untuk mengetahui signifikansi

perbedaan skor. Hasil uji hipotesis menunjukkan nilai signifikansi $p = .000$ ($p < 0,05$). Bisa dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil Uji Paired Sample T-Test

	Mean	N	Std. Deviasi	t	df	Sig. (2-tailed)
Pre-test	55.73	30	6.42	-19.851	29	.000
Post-test	81.40	30	7.15			

Karena nilai signifikansi lebih kecil dari 0.05, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan secara statistik dari penerapan pendekatan konstruktivisme terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

Hasil Kualitatif: Proses Pembelajaran Konstruktivis

Data kualitatif dari observasi dan dokumentasi menunjukkan perubahan nyata dalam dinamika kelas dan perilaku belajar siswa. Tiga tema utama berhasil diidentifikasi: Tema 1: Transformasi dari Penerima Pasif menjadi Penjelajah Aktif. Pada sesi awal, siswa cenderung menunggu instruksi guru. Namun, setelah diperkenalkan pada masalah dan perangkat lunak Stellarium, dinamika berubah. Siswa mulai mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang tidak terduga, seperti, "Bu, kenapa Mars warnanya merah tapi di Stellarium ada bagian putihnya di kutub?" atau "Bisa tidak kita percepat waktu untuk melihat apakah semua planet mengelilingi Matahari dengan kecepatan yang sama?". Catatan lapangan menunjukkan bahwa siswa menghabiskan sebagian besar waktu untuk bereksplorasi secara mandiri di dalam kelompok, jauh melampaui materi yang ada di buku teks.

Tema 2: Perkembangan Argumen Berbasis Bukti Virtual Selama sesi presentasi proyek, terjadi pergeseran dari argumen yang bersifat opini ke argumen yang didukung oleh data dari Stellarium. Misalnya, saat berdebat tentang planet yang layak huni, satu kelompok menyatakan:

"Kelompok kami memilih Mars bukan hanya karena paling dekat, tetapi berdasarkan data Stellarium, rotasi harinya (24.6 jam) paling mirip dengan Bumi. Ini bukti bahwa manusia mungkin bisa beradaptasi di sana. Kami tidak memilih Venus karena atmosfernya terlalu tebal dan suhunya ekstrem."

Kutipan tersebut menunjukkan kemampuan siswa untuk menganalisis data virtual dan menggunakannya untuk mengevaluasi serta membangun argumen yang logis, yang merupakan indikator kunci dari berpikir kritis.

Tema 3: Kolaborasi dan Negosiasi Makna dalam Kelompok Kerja Kelompok tidak hanya sebatas membagi tugas. Observasi menunjukkan adanya proses negosiasi

makna. Seringkali terjadi perdebatan kecil di dalam kelompok, di mana siswa saling menantang ide satu sama lain dan harus kembali ke Stellarium untuk memverifikasi klaim mereka. Proses ini mendorong siswa untuk mempertahankan pendapat mereka dengan bukti, sekaligus belajar untuk menerima masukan yang lebih valid dari teman sebayanya.

Pembahasan

Hasil penelitian ini secara konsisten menunjukkan bahwa penerapan pendekatan konstruktivisme yang diintegrasikan dengan teknologi simulasi Stellarium memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Peningkatan skor kuantitatif yang signifikan ($M=55.73$ menjadi $M=81.40$, $p < .05$) bukanlah sebuah kebetulan, melainkan hasil dari proses pembelajaran yang kaya dan bermakna, sebagaimana tecermin dalam temuan kualitatif. Pembahasan ini akan mengupas lebih dalam bagaimana setiap aspek temuan selaras dengan prinsip-prinsip fundamental teori konstruktivisme.

Temuan bahwa aspek memberikan penjelasan dasar memperoleh skor tertinggi (3,6) menunjukkan bahwa teori konstruktivisme efektif dalam mengaktifkan skemata awal siswa. Menurut Piaget (1972), pembelajaran yang bermakna terjadi ketika siswa mampu mengasimilasi pengetahuan baru ke dalam struktur kognitif yang telah ada. Pada topik Tata Surya, siswa mampu menjelaskan konsep rotasi dan revolusi bumi dengan bahasa sendiri setelah melalui tahap eksplorasi dan diskusi kelompok. Hal ini memperlihatkan bahwa kegiatan berbasis pengalaman langsung, seperti pembuatan model atau simulasi Tata Surya, dapat membantu siswa mengembangkan pemahaman konseptual dan kepercayaan diri dalam menjelaskan gagasan ilmiah (Januar, 2025).

Aspek membangun alasan dan bukti dengan skor 3,4 menunjukkan kemampuan siswa untuk menggunakan data dan hasil observasi sebagai dasar dalam menyusun argumen. Menurut Ennis (2011), kemampuan memberikan alasan logis merupakan inti dari berpikir kritis karena melibatkan keterampilan menilai bukti dan menghubungkannya dengan pernyataan yang dibuat. Dalam konteks pembelajaran konstruktivistik, guru berperan sebagai fasilitator yang membantu siswa menemukan makna melalui proses penalaran, bukan hanya memberikan jawaban. Siswa yang dilatih untuk mengemukakan bukti ilmiah dari kegiatan eksperimen atau simulasi cenderung memiliki pemahaman yang lebih mendalam dan mampu mempertahankan argumennya secara rasional.

Selanjutnya, aspek menarik inferensi yang memperoleh skor 3,2 menggambarkan bahwa kemampuan siswa dalam menyimpulkan hubungan antarperistiwa astronomi masih memerlukan penguatan. Hal ini sejalan dengan pandangan [Vygotsky \(1978\)](#) tentang pentingnya scaffolding atau dukungan sosial dalam membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Proses inferensi menuntut siswa untuk mengintegrasikan berbagai informasi dan menghubungkannya dengan konsep ilmiah yang telah dipelajari. Dengan demikian, guru perlu menyediakan bimbingan bertahap, misalnya melalui pertanyaan pemandu (guided inquiry) agar siswa mampu menarik kesimpulan yang valid dari hasil pengamatan mereka.

Aspek memberikan penjelasan lanjutan memperoleh skor 3,3 yang menunjukkan bahwa sebagian siswa mulai mampu melakukan evaluasi terhadap keakuratan informasi ilmiah. Menurut [Facione \(2013\)](#), berpikir kritis mencakup kemampuan untuk menilai validitas sumber dan mempertimbangkan konteks dalam menyusun kesimpulan. Dalam pembelajaran berbasis konstruktivisme, kemampuan ini muncul melalui kegiatan reflektif dan kolaboratif, di mana siswa berdiskusi, membandingkan, dan menilai berbagai informasi tentang fenomena Tata Surya yang mereka temukan dari sumber digital maupun buku teks. Proses tersebut melatih siswa untuk bersikap selektif dan analitis terhadap informasi ilmiah ([Fitria, 2025](#)).

Sementara itu, aspek strategi dan taktik berpikir dengan skor 3,5 menunjukkan bahwa siswa telah menguasai kemampuan merancang langkah-langkah pemecahan masalah dan merefleksikan hasil berpikirnya. Hal ini menunjukkan keberhasilan pendekatan konstruktivisme yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam pembelajaran. Sejalan dengan teori [Dewey \(1933\)](#), berpikir reflektif merupakan bentuk tertinggi dari berpikir kritis karena menuntut individu untuk meninjau kembali proses berpikirnya secara sadar. Dalam konteks pembelajaran IPAS di Sekolah Indonesia Kota Kinabalu, strategi reflektif ini tampak ketika siswa mengevaluasi model Tata Surya yang mereka buat, mendiskusikan kesalahan konsep, serta mengajukan pertanyaan kritis baru untuk eksplorasi selanjutnya.

Capaian rata-rata keseluruhan pada kategori Baik hingga Sangat Baik ini sekaligus menjawab celah yang diidentifikasi dalam tinjauan pustaka. [Freitas et al. \(2021\)](#) mengonfirmasi bahwa Stellarium secara konsisten meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa, namun penelitian-penelitian sejenis umumnya berhenti pada

pengukuran hasil belajar kognitif atau motivasi (Yıldız & Ecevit, 2023). Temuan kelima aspek keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini memperluas simpulan tersebut dengan menunjukkan bahwa dampak Stellarium dapat diukur secara eksplisit pada keterampilan berpikir tingkat tinggi, bukan sekadar pemahaman konsep atau ketertarikan belajar semata.

Temuan mengenai transformasi siswa menjadi penjelajah aktif merupakan manifestasi nyata dari gagasan Jean Piaget tentang bagaimana pengetahuan dibangun. Sebelum intervensi, siswa memiliki skema atau konsep awal yang sering kali salah (miskonsepsi) tentang Tata Surya. Proses eksplorasi mandiri menggunakan Stellarium menciptakan konflik kognitif; data virtual yang mereka temukan, misalnya melihat bahwa Venus berotasi terbalik atau menyadari betapa besarnya Jupiter dibandingkan dengan Bumi, bertentangan dengan skema awal mereka. Kondisi ini memaksa siswa untuk melalui proses akomodasi, yaitu merevisi dan membangun kembali struktur mental mereka untuk mengakomodasi informasi baru yang valid, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih akurat dan mendalam.

Stellarium, dalam penelitian ini, berfungsi lebih dari sekadar alat bantu; ia berperan sebagai alat berpikir (cognitive tool) yang kuat. Perangkat lunak ini memediasi interaksi antara siswa dan konsep astronomi yang abstrak, memungkinkan setiap siswa untuk mengalami Tata Surya secara virtual. Kemampuan untuk memanipulasi waktu dan ruang guna mengamati fenomena yang mustahil dilihat di dunia nyata ini sejalan dengan konsep Discovery Learning dari Jerome Bruner. Siswa tidak diberi tahu fakta, melainkan difasilitasi untuk menemukan sendiri prinsip-prinsip astronomi, sebuah proses yang terbukti menghasilkan pemahaman yang lebih tahan lama dan transferabel (Dwisetiarezi, 2021).

Selanjutnya, peningkatan skor berpikir kritis sangat erat kaitannya dengan praktik membangun argumen berbasis bukti. Dengan menggunakan Stellarium sebagai sumber data utama, siswa dilatih untuk tidak sekadar menerima informasi. Mereka secara aktif mencari, menafsirkan, dan mengevaluasi data virtual untuk mendukung klaim mereka. Proses ini secara efektif melatih esensi dari berpikir kritis, yaitu kemampuan untuk membuat penilaian yang beralasan (Hasanah et al., 2026).

Pergeseran dari pembelajaran berbasis hafalan menjadi pembelajaran berbasis investigasi inilah yang menjadi motor penggerak utama peningkatan kemampuan analisis dan evaluasi siswa. Lebih lanjut, temuan mengenai kolaborasi dan negosiasi

16

makna dalam kelompok secara gamblang mengilustrasikan teori konstruktivisme sosial dari Lev Vygotsky. Diskusi dan perdebatan dalam kerja kelompok menciptakan *Zone of Proximal Development (ZPD)*, di mana siswa dapat mencapai tingkat pemahaman yang lebih tinggi melalui interaksi dengan teman sebayanya. Dalam proses ini, teman yang lebih paham atau bahkan Stellarium itu sendiri berfungsi sebagai *More Knowledgeable Other (MKO)* yang membantu memvalidasi ide dan mengoreksi miskonsepsi. Proses mempertahankan argumen secara logis dan merevisi pemahaman berdasarkan masukan konstruktif inilah yang secara efektif melatih berbagai aspek keterampilan berpikir kritis secara sosial (Amini, 2025).

Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa untuk mengajarkan topik abstrak seperti Tata Surya, memberikan siswa alat untuk bereksplorasi (Stellarium) dalam kerangka kerja pedagogis yang mendukung penemuan (konstruktivisme) adalah strategi yang jauh lebih efektif daripada penyampaian informasi secara langsung. Penelitian ini memberikan bukti empiris yang kuat di konteks Sekolah Indonesia Luar Negeri (SILN) bahwa inovasi pembelajaran yang dirancang dengan baik dapat mengatasi tantangan belajar dan secara signifikan meningkatkan kompetensi berpikir tingkat tinggi yang esensial bagi siswa.

Temuan ini sejalan dengan bukti yang lebih luas mengenai efektivitas pembelajaran aktif. Freeman et al. (2014) menunjukkan melalui meta-analisis lintas bidang sains, teknik, dan matematika bahwa pendekatan pembelajaran aktif secara konsisten unggul dibandingkan metode ceramah tradisional. Hasil penelitian ini memperkuat bukti tersebut dalam konteks yang lebih spesifik, yaitu pembelajaran IPAS di Sekolah Indonesia Luar Negeri, sekaligus menunjukkan bahwa prinsip yang sama berlaku ketika pembelajaran aktif dimediasi oleh simulasi digital pada topik yang abstrak seperti Tata Surya.

Rekomendasi untuk Konteks Asean dan Internasional

Melihat keberhasilan model pembelajaran ini, potensinya dapat diperluas melampaui konteks lokal ke tingkat regional dan internasional. Tingkat ASEAN: Proyek Kolaborasi "Misi Antariksa ASEAN". Model ini dapat dikembangkan menjadi sebuah proyek kolaboratif antarsekolah di negara-negara ASEAN. Siswa dari Sekolah Indonesia Kota Kinabalu (Malaysia), sebuah sekolah di Filipina, dan sekolah lain di Thailand, misalnya, dapat membentuk tim virtual internasional. Menggunakan Stellarium dan platform kolaborasi online, mereka bisa merencanakan "Misi Antariksa ASEAN"

bersama. Setiap tim dapat menyumbangkan perspektif unik berdasarkan kurikulum dan budaya lokal mereka, sekaligus melatih kemampuan berbahasa Inggris sebagai lingua franca. Proyek semacam ini tidak hanya akan meningkatkan keterampilan sains dan berpikir kritis, tetapi juga mempromosikan pemahaman lintas budaya dan persahabatan di tingkat regional.

Tingkat Internasional: Jaringan "Citizen Science" Pelajar Global Stellarium dapat menjadi platform untuk proyek citizen science (sains warga) yang menghubungkan ruang-ruang kelas di seluruh dunia. Misalnya, siswa dari berbagai belahan bumi (misalnya Indonesia, Nigeria, Brasil, dan Finlandia) dapat menggunakan Stellarium untuk mengamati dan mencatat data fenomena langit yang sama (seperti hujan meteor atau konjungsi planet) dari perspektif geografis mereka yang unik. Data yang terkumpul dapat diunggah ke platform global, di mana siswa dapat menganalisis dan membandingkan temuan mereka. Inisiatif ini akan menumbuhkan rasa sebagai warga global (global citizenship) dan memberikan pengalaman otentik dalam kolaborasi ilmiah internasional.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa penerapan pendekatan konstruktivisme yang diintegrasikan dengan perangkat lunak simulasi Stellarium berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa Kelas VI SIKK pada materi Tata Surya. Hal ini dibuktikan oleh peningkatan skor rata-rata dari 55.73 (pre-test) menjadi 81.40 (post-test) yang signifikan secara statistik ($p < 0.05$). Secara kualitatif, proses pembelajaran ini berhasil mengubah siswa menjadi pembelajar aktif yang mampu menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti virtual, serta berkolaborasi secara efektif. Temuan penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting bagi praktik pendidikan: Implikasi Pedagogis: Hasil ini menunjukkan bahwa untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, guru perlu beralih dari metode pengajaran konvensional ke metode yang berpusat pada siswa. Penggunaan teknologi seperti Stellarium dalam kerangka belajar berbasis masalah atau proyek terbukti menjadi strategi yang sangat efektif untuk memfasilitasi pembelajaran yang bermakna. Implikasi Kurikuler: Sekolah dan pembuat kebijakan, khususnya di lingkungan Sekolah Indonesia Luar Negeri (SILN), didorong untuk lebih mengintegrasikan teknologi pendidikan secara strategis ke dalam kurikulum. Penyediaan akses dan pelatihan bagi guru untuk memanfaatkan alat bantu

digital dapat menjembatani kesenjangan antara teori pembelajaran modern dan praktik di kelas. Implikasi bagi Siswa: Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kemampuan akademis siswa tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan esensial abad ke-21, seperti pemecahan masalah, kolaborasi, dan literasi digital, yang sangat penting untuk masa depan mereka.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Padang (UNP) atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada pihak sekolah dan seluruh pihak yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian serta memberikan masukan dalam proses penyusunan naskah.

Pernyataan Penggunaan AI

Dalam proses penyusunan naskah berjudul “Pembelajaran Sains Digital Berbasis Teori Konstruktivisme untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar”, penulis menggunakan ChatGPT untuk membantu penyempurnaan bahasa, perbaikan tata bahasa, dan penataan kalimat agar lebih jelas dan sesuai dengan kaidah penulisan akademik. Penggunaan teknologi kecerdasan buatan tersebut terbatas pada bantuan kebahasaan. Seluruh penulis bertanggung jawab penuh atas keakuratan, keaslian, integritas, dan seluruh isi naskah.

Persetujuan Partisipan

Penelitian ini melibatkan siswa sekolah dasar sebagai partisipan. Pelaksanaan penelitian memperhatikan prinsip etika penelitian yang melibatkan manusia, termasuk perlindungan privasi dan kerahasiaan data partisipan. Pernyataan mengenai persetujuan setelah pemberian informasi (informed consent), termasuk persetujuan orang tua atau wali apabila diperlukan, disesuaikan dengan prosedur dan dokumentasi yang benar-benar diterapkan dalam penelitian ini.

Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan finansial maupun nonfinansial yang dapat memengaruhi pelaksanaan penelitian, analisis dan interpretasi data, maupun penyusunan naskah ini.

Kontribusi Penulis

E.J. berperan sebagai penulis utama dan penulis korespondensi dengan kontribusi sebesar 65%, meliputi konseptualisasi penelitian, pengembangan kerangka teoretis, perancangan metodologi, analisis dan interpretasi data, serta penyusunan dan revisi utama naskah. Y.F. berkontribusi sebesar 5% melalui pemberian masukan akademik terhadap naskah. A.U.A. berkontribusi sebesar 15% melalui dukungan dalam pengembangan substansi penelitian dan penelaahan naskah. U. berkontribusi sebesar 15% melalui dukungan dalam proses penelitian, penelaahan, dan penyempurnaan naskah. Total kontribusi seluruh penulis adalah 100%. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah serta menyetujui pengajuannya untuk publikasi.

Referensi