

Dampak Integrasi *Problem-Based Learning* dengan Google Earth-Degradasi Lingkungan terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SD

Author:
Nirwati¹
Mulyono²
Darnanengsi³

Affiliation:
Institut Agama Islam
Negeri Sorong^{1,2,3}

Corresponding email
nirwati995@gmail.com¹
mulyonosmk@gmail.com²
darna@iainsorong.ac.id³

Histori Naskah:
Submit: 2026-03-13
Accepted: 2026-03-31
Published: 2026-04-08



This is an Creative Commons
License This work is licensed under
a Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 Internationa
License

Abstrak:

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis dampak integrasi *problem-based learning* (PBL) dengan pemanfaatan Google Earth bertema degradasi lingkungan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis eksperimen semu yang menerapkan desain kelompok kontrol-eksperimen *pretest-posttest*. Subjek penelitian berjumlah 50 siswa sekolah dasar yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*, terdiri atas 26 siswa pada kelompok eksperimen dan 24 siswa pada kelompok kontrol. Instrumen penelitian meliputi tes keterampilan berpikir kritis berdasarkan dimensi Facione (interpretation, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi), serta lembar observasi untuk mengukur aktivitas pembelajaran. Hasil analisis ANCOVA terhadap skor *pretest-posttest* menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada kemampuan berpikir kritis siswa di kelompok eksperimen ($p < 0,001$, Cohen's $d = 3,24$), yang mengindikasikan efek yang sangat kuat. Selain itu, hasil MANOVA dan ANOVA juga mengonfirmasi adanya peningkatan signifikan pada kelima dimensi berpikir kritis, dengan efek terbesar terdapat pada dimensi evaluasi. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi citra satelit dalam pembelajaran PBL mampu memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna. Dengan demikian, penggunaan teknologi seperti Google Earth tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis, tetapi juga menumbuhkan kesadaran lingkungan siswa secara lebih mendalam. Diharapkan, penerapan pembelajaran ini dapat menjadi alternatif inovatif dalam pendidikan lingkungan di sekolah dasar.

Kata kunci: Citra Satelit Google Earth; Keterampilan Berpikir kritis; Pembelajaran Berbasis Masalah; Pembelajaran Lingkungan.

Pendahuluan

Pada era perubahan iklim dan krisis lingkungan global saat ini, kebutuhan masyarakat pada pembelajaran lingkungan sejak dini mendesak dilakukan (Biney, 2025; Kurniawan et al., 2024). Hal ini ditindaklanjuti dengan hadirnya pendidikan lingkungan di sekolah khususnya sekolah dasar sebagai upaya pendidikan lingkungan sejak dini dirancang untuk mengembangkan daya kritis siswa terhadap situasi saat ini dengan mengemasnya menjadi pembelajaran berbasis masalah pada jenjang *higher-order thinking skills* siswa (Kurniawan et al., 2024). Pembelajaran berbasis masalah atau sering disebut *Problem-Based Learning* (PBL) dikenal sebagai model pembelajaran yang menempatkan siswa pada pusat pembelajaran dan memacu keterampilan abad-21 seperti halnya keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Kurniawan et al., 2024; Yu & Zin, 2023). PBL memaksa siswa menghadapi masalah nyata secara kontekstual, sehingga siswa aktif mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, dan menyusun solusi mengikuti alur keterampilan berpikir kritis.

Melalui integrasi PBL dan *google earth*, proses pembelajaran menuntut siswa melaksanakan rangkaian berpikir kritis secara simultan. Siswa dihadapkan pada masalah lingkungan konkret yang tertera dalam

google earth multi-temporal sebagai data. Mereka mengamati dan menginterpretasi data spasial, sehingga aktif memecah masalah dan merumuskan pertanyaan penelitian (melatih analisis) (Handoyo et al., 2024). Selanjutnya siswa membuat hipotesis tentang penyebab perubahan tersebut berdasarkan bukti visual (melatih inferensi), lalu mengevaluasi keandalan data satelit dan relevansi informasi dengan isu lingkungan yang dipelajari. Tahap berikutnya, siswa bekerja dalam kelompok untuk berdiskusi dan menyusun penjelasan logis mengenai fenomena yang diamati (melatih eksplanasi). Penelitian menyebutkan bahwa penggunaan SBL-QGIS (*Spatial-Based Learning* dengan QGIS) mendorong siswa aktif membangun pengetahuan dan mengembangkan keterampilan berpikir (Handoyo et al., 2024). Integrasi PBL dengan *google earth* secara eksplisit membekali siswa kemampuan menganalisis (mengidentifikasi pola di citra), inferensi (menarik kesimpulan dari data), evaluasi (menilai bukti dan sumber), serta eksplanasi (mengkomunikasikan alasan dan solusi) semua dimensi berpikir kritis

Sebagaimana diketahui, *google earth* memberikan representasi visual dunia nyata yang konkret, sehingga memotivasi siswa mengamati dan menganalisis fenomena lingkungan. Penelitian (Adaktylou, 2020). menunjukkan bahwa penggunaan citra satelit dengan pendekatan fenomena di SD dapat mendorong siswa melakukan observasi kritis dan meningkatkan kemampuan menjelaskan fenomena tersebut. Studi lain menegaskan bahwa pembelajaran berbasis penginderaan jauh meningkatkan literasi iklim dan keterampilan berpikir kritis siswa (Babiichuk et al., 2023). Dengan citra satelit, siswa dapat memvisualisasikan perubahan lingkungan, lalu membandingkan kondisi masa kini dan masa lampau.

Pembelajaran lingkungan di sekolah dasar memiliki potensi besar untuk menumbuhkan kesadaran dan kepedulian ekologi siswa sejak dini. (Biney 2025) mencatat bahwa PBL terbukti meningkatkan literasi lingkungan, berpikir kritis, kerja sama, dan pemecahan masalah dalam pendidikan lingkungan (Biney, 2025). Hal ini sejalan dengan temuan (Dewi & Novianti 2023) yang menunjukkan bahwa penerapan model PBL pada materi lingkungan meningkatkan literasi dan sikap peduli lingkungan siswa (Biney, 2025; Fadilah et al., 2024). Sebagai contoh, (Fadilah et al., 2024) mengemukakan bahwa kompleksitas perubahan lingkungan memerlukan pendekatan pembelajaran yang menumbuhkan berpikir kritis. Melalui PBL, siswa dapat memahami isu lingkungan secara mendalam dan mengembangkan sikap peduli terhadap alam sekitar. PBL memberi wadah bagi siswa untuk terlibat aktif dalam masalah riil, sehingga tidak hanya sekadar menerima pengetahuan, tetapi juga mengembangkan pemikiran analitis dan kreatif (Fadilah et al., 2024; Kurniawan et al., 2024).

Di sisi lain, teknologi geospasial, termasuk *google earth* (penginderaan jauh) dan SIG, menawarkan peluang baru dalam pendidikan lingkungan. Gambar satelit memungkinkan representasi visual isu global (urbanisasi, penurunan keanekaragaman hayati, bahaya lingkungan, ketahanan pangan) secara *real-time* (Dannwolf et al., 2020).. Riset lainnya terkain ini juga dikemukakan (González et al., 2022) bahwa penggunaan citra satelit dalam kelas dapat meningkatkan kesadaran siswa terhadap isu-isu lingkungan dunia dan memperdalam pemahaman siswa. Harapannya, kegiatan berbasis teknologi *geo-multimedia* (seperti *Google Earth Engine*) dapat memperbaiki *spatial thinking* dan pemahaman materi lingkungan. Hal ini penting karena *spatial thinking* adalah keterampilan kognitif kunci dalam banyak disiplin ilmu STEM (Bondarenko, 2025; Dannwolf et al., 2020). Seperti halnya yang diungkapkan (Bondarenko, 2025; Dannwolf et al., 2020) bahwa pembelajaran geografi dengan SIG dapat meningkatkan pemikiran spasial siswa. Dengan mengamati *google earth*, siswa terlatih mengidentifikasi pola spasial, korelasi penggunaan lahan, dan isu lingkungan aktual, yang sekaligus mendorong kemampuan analisis dan inferensi mereka.

Meskipun banyak manfaat integrasi PBL dengan teknologi geospasial, namun banyak juga yang menyoroti kelemahan implementasi PBL dalam pembelajaran khususnya pada siswa sekolah dasar. Penelitian terbaru Biney, (2025) menyoroti bahwa mayoritas studi PBL fokus pada siswa menengah ke atas dan mahasiswa sedangkan pada siswa sekolah dasar justru jarang diteliti. Padahal, masa sekolah dasar adalah tahap penting untuk mengembangkan identitas pro-lingkungan, juga embedding PBL di

jenjang ini dapat membentuk identitas lingkungan, rasa ingin tahu sistemik, dan kebiasaan kolaboratif dalam pengelolaan lingkungan jangka panjang (Sirwesvary & Jamaludin, 2025). Kurangnya penelitian PBL di SD dapat disebabkan kebutuhan scaffolding atau pendampingan pada siswa awal sekolah (Biney, 2025). Selain itu, kajian-kajian sebelumnya belum mengeksplorasi integrasi PBL dengan media *google earth* atau SIG pada siswa SD.

Banyak studi validasi PBL telah dilakukan, tetapi jarang ada yang menambahkan *google earth* sebagai sumber data kontekstual. Misalnya, (Kurniawan et al., 2024). mengembangkan “*environmental problem-solving model*” berbasis GIS dan masalah nyata. Penelitian ini menggunakan *Google Earth Engine* untuk memberikan siswa data satelit nyata dalam memecahkan persoalan lingkungan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan peningkatan hasil belajar siswa dan pengembangan keterampilan berpikir kritis. Sayangnya, sebagian besar studi serupa dilakukan pada jenjang menengah dan menengah atas, sementara penelitian di SD masih sangat terbatas (Liu et al., 2010). Sementara jelas diungkapkan (Labianca, 2021) bahwa integrasi SIG dalam pembelajaran lingkungan dan geografi dapat mendukung pembelajaran lingkungan berkelanjutan di semua jenjang.

Hal lain yang disorot dalam penelitian ini adalah belum jelasnya dimensi berpikir kritis mana (interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, penjelasan) yang paling dipengaruhi oleh pembelajaran berbasis masalah berbantuan *google earth*. Pengukuran kemampuan berpikir kritis seringkali bersifat umum, sehingga studi empiris perlu menjabarkan komponen spesifik seperti analisis data peta, menarik kesimpulan dari data spasial, dan mengevaluasi temuan dengan argumentasi logis. Bagian ini masih jarang dieksplorasi secara sistematis. Kajian (Hasibuan et al., 2025), menggarisbawahi perlunya *mixed-methods* untuk mengeksplorasi mekanisme kognitif PBL dalam konteks pembelajaran lingkungan keberlanjutan, namun hingga kini penelitian kuantitatif murni tentang efek integrasi PBL dan citra satelit pada dimensi berpikir kritis anak SD belum banyak dilakukan.

Selain itu, literatur menunjukkan bahwa implementasi pengamatan kondisi lingkungan bumi di sekolah masih terhambat oleh kurangnya kesiapan guru. Buku ajar sering kali tidak memuat materi *google earth*, dan pelatihan guru terhadap penggunaan *google earth* masih belum memadai. Padahal, penggunaan alat-alat ini dapat mengubah pola belajar menjadi lebih interaktif dan situasional (Sunarhadi et al., 2017). Dalam konteks lokal khususnya SD Islam Guppi Sorong, hal ini menjadi penting karena Sorong berada di wilayah pesisir kota Sorong dengan ekosistem laut dan darat yang unik, sehingga pemahaman spasial dapat membantu siswa mengapresiasi isu kelautan dan lingkungan setempat. Keterbatasan penelitian dalam konteks ilmu lingkungan dan budaya setempat menjadi celah penelitian tersendiri.

Penelitian ini penting untuk dilakukan karena meningkatnya kompleksitas permasalahan lingkungan global, seperti degradasi lingkungan, perubahan iklim, dan penurunan kualitas ekosistem, menuntut adanya transformasi dalam pendekatan pembelajaran sejak jenjang sekolah dasar. Pembelajaran konvensional yang masih berfokus pada hafalan konsep dinilai belum mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa secara optimal, padahal keterampilan tersebut sangat dibutuhkan untuk memahami dan merespons permasalahan lingkungan yang bersifat dinamis dan kontekstual. Dalam konteks ini, integrasi *Problem Based Learning* dengan teknologi geospasial seperti *Google Earth* menjadi relevan karena mampu menghadirkan pengalaman belajar berbasis masalah nyata melalui visualisasi data spasial. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada jenjang pendidikan menengah dan belum banyak mengkaji efektivitas pendekatan ini pada siswa sekolah dasar. Selain itu, kajian yang secara spesifik mengidentifikasi dimensi atau indikator berpikir kritis yang paling berkembang melalui integrasi PBL dan media citra satelit masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan memberikan bukti empiris mengenai efektivitas integrasi PBL berbantuan *Google Earth* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar sekaligus mengidentifikasi indikator berpikir kritis yang paling dipengaruhi oleh intervensi pembelajaran tersebut.

Literature Review

Dalam beberapa riset mutakhir, model PBL cukup efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Banyak literatur menyebutkan model PBL yang berorientasi pada pemecahan masalah nyata mengubah pembelajaran menjadi lebih berpusat pada siswa (Sonra & Suriani, 2025). Misalnya, (Biney, 2025) dalam tinjauan sistematis melaporkan PBL meningkatkan literasi lingkungan sekaligus keterampilan berpikir kritis siswa. Di tingkat SD, (Zakiyah et al., 2023) dan (Rahmadana et al., 2023) juga menemukan penerapan PBL secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SD. (Lu et al., 2025) dalam meta-analisisnya memperkuat temuan ini, ia melaporkan efek PBL terhadap peningkatan berpikir kritis (nilai efektivitas 1,08, $p < .05$). Dalam pembelajaran kerusakan lingkungan, literatur menekankan perlunya metode pembelajaran aktif seperti PBL yang mengaitkan isu lingkungan nyata pada pembelajaran (Sonra & Suriani, 2025). (Sonra & Suriani, 2025) mencatat rendahnya motivasi dan pemahaman siswa SD soal degradasi lingkungan akibat metode konvensional, sehingga direkomendasikan model campuran PBL kontekstual untuk mentransformasi pengetahuan pasif menjadi aksi nyata siswa. Dalam *studi eksperimental* pun PBL terbukti mendorong aktivitas dan pemecahan masalah siswa dalam tema lingkungan, menjadikan pengalaman belajar lebih bermakna (Desember et al., 2025).

Integrasi *google earth* dalam pembelajaran lingkungan semakin memperdalam pengalaman kontekstual siswa. Penelitian (Alfiyana et al., 2022) menunjukkan penggunaan *google earth* di kelas dapat meningkatkan semangat dan motivasi belajar melalui visualisasi digital interaktif. Media ini memungkinkan eksplorasi citra bumi 3D, yang menurut Jaeger (2024) mendorong berpikir kritis dan keterampilan analitis melalui pengaitan informasi geografis dengan fenomena nyata. Dewi & Hariadi (2024) juga melaporkan penggunaan *Google Earth* dalam pembelajaran sejarah mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan mengaitkan data visual lokasi bersejarah ke konteks pelajaran (Alimu, 2023). Sama halnya dengan (Prasetyo et al., 2025) memperlihatkan model *EarthComm* PBL berbantuan *Google Earth* meningkatkan keterlibatan siswa terhadap isu lingkungan melalui observasi masalah nyata di lapangan. Teknik SETS (*Science-Environment-Technology-Society*) yang mengintegrasikan *Google Earth* pun terbukti secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah lingkungan (Fahmi, 2023). Studi-studi ini secara konsisten menyatakan bahwa *Google Earth* menambah dimensi visual-spasial dalam pembelajaran, memperdalam kemampuan analisis siswa, sekaligus meningkatkan minat serta interaksi siswa dalam pembelajaran (Alfiyana et al., 2022) (Fahmi, 2023).

Dampak kombinasi PBL dan *Google Earth* pada tema degradasi lingkungan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa tampak saling menguatkan. Berdasarkan indikator berpikir kritis untuk SD (kemampuan menjelaskan konsep, inferensi, dan merumuskan strategi) (Wahyuni et al., 2021), intervensi ini kemungkinan besar mendorong aspek berpikir tingkat tinggi seperti inferensi dan perencanaan strategi. PBL menuntut siswa mengidentifikasi dan memecahkan masalah lingkungan secara sistematis (menganalisis data, menyusun hipotesis, membuat kesimpulan), sementara *Google Earth* menyediakan data spasial konkret yang merangsang penalaran berbasis bukti (Prasetyo et al., 2025). Sebagaimana meta-analisis (Lu et al., 2025) yang menemukan, PBL secara umum meningkatkan berpikir kritis melebihi metode tradisional, dan (Amalia & Wahyuni, 2021) mencatat kenaikan signifikan dalam semua indikator keterampilan berpikir kritis setelah penerapan PBL berbasis media digital. (Sonra & Suriani, 2025) juga menekankan bahwa membangun agen siswa aktif dalam isu lingkungan dapat dicapai lewat PBL berorientasi konteks lokal. Indikator keterampilan berpikir kritis yang paling terpengaruh oleh integrasi PBL–*Google Earth* pada tema degradasi lingkungan adalah kemampuan menginterpretasikan bukti dan menganalisis pemecahan masalah, karena siswa tidak hanya mengakses informasi kontekstual secara aktif tetapi juga secara kritis menelaah serta menghubungkannya dengan konsep-konsep lingkungan .

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimental yang melibatkan kegiatan pretes dan posttes pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Desain ini dipilih untuk menguji efektivitas intervensi integrasi PBL dengan *Google Earth* dibanding pembelajaran konvensional. Peneliti melibatkan sebanyak 50 siswa kelas V di SD Islam Guppi Sorong, yang terdiri dari 26 siswa pada kelas eksperimen dan 24 siswa kelas kontrol yang dipilih berdasarkan jumlah maksimum siswa pada kelas Va dan Vb. Kelompok eksperimen mengikuti pembelajaran berbasis masalah (PBL) ditambah media *google earth*, sedangkan kontrol mendapat pembelajaran konvensional. Kedua kelompok diberikan pretest dan posttest untuk mengukur perubahan kemampuan berpikir kritis. Model desain ini telah banyak digunakan dalam penelitian PBL dan pembelajaran spasial, misalnya (Handoyo et al., 2024) dan (Najoan & Makawawa, 2025) menerapkan skema pretes-posttest terkontrol serupa..

Teknik pengumpulan data utama dalam penelitian adalah tes keterampilan berpikir kritis dalam bentuk soal uraian berbasis masalah lingkungan riil. Stimulus soal mencakup citra satelit terkait fenomena lingkungan berdasarkan urutan waktu tahunan. Data juga diperoleh melalui lembar observasi implementasi PBL sebelum, selama, dan sesudah pembelajaran (mengamati sintaks dan kolaborasi siswa), serta dokumentasi pembelajaran. Cara ini juga pernah digunakan (Najoan & Makawawa, 2025) yang menggunakan instrumen tes berpikir kritis standar dan lembar observasi PBL serupa dalam penelitian kuasi-ekspernya. Demikian pula, (Handoyo et al., 2024) mengombinasikan tes esai berpikir kritis dengan analisis produk siswa untuk mengukur hasil belajar PBL spasial.

Instrumen Tes Berpikir Kritis dirancang berdasarkan kerangka Facione (1990) yang mengukur dimensi berpikir kritis pada kemampuan interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, dan eksplanasi. Indikator yang digunakan berupa kemampuan mengidentifikasi masalah dari *Google Earth* (analisis), menarik kesimpulan dari data visual (inferensi), menilai keefektifan solusi (evaluasi), serta menyusun penjelasan logis (eksplanasi) (Handoyo et al., 2024). Soal-soal ini telah diuji kevalidan konsepnya oleh ahli (validitas isi) menggunakan Aiken's V seperti yang dilakukan (García-Ceberino et al., 2020). Untuk penilaian jawaban, digunakan rubrik analitik 1–4 pada setiap indikator. Rubrik ini memastikan skor mencerminkan semua aspek berpikir kritis. Lembar Observasi PBL menilai keterlaksanaan sintaks PBL, kolaborasi, dan pemanfaatan citra satelit, menggunakan skala Likert 1–4. Validitas konstruk diukur dengan analisis faktor konfirmatori (CFA) untuk memastikan soal-soal mencerminkan dimensi teori yang dituju. Reliabilitas instrumen dihitung dengan Cronbach's Alpha dengan nilai 0,85 dianggap tinggi.

Analisis data penelitian ini menggunakan aplikasi statistik SPSS versi 23. tahapan awal dilakukan uji asumsi normalitas (Shapiro–Wilk) dan homogenitas varians (Levene) agar dapat menggunakan ANCOVA. Setelah asumsi terpenuhi, ANCOVA dilakukan dengan skor pretest sebagai kovariat dan skor posttest sebagai variabel dependen. Analisis ini memberikan indikasi efektivitas integrasi PBL dengan *google earth* (kelompok eksperimen) versus konvensional (kontrol). Selanjutnya dilakukan uji efek (partial eta squared dan d Cohen) untuk mengetahui kekuatan intervensi. Analisis lanjutan menggunakan analisis multivariat MANOVA dengan membandingkan skor kelima dimensi keterampilan berpikir kritis sekaligus antara kelompok. Terakhir dilanjutkan uji ANOVA univariat per dimensi, diikuti uji post-hoc untuk menentukan dimensi mana yang terpengaruh paling kuat.

Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini menyajikan temuan empiris mengenai efektivitas model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) berbantuan *Google Earth* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Sajian data diawali dengan deskripsi statistik indikator capaian belajar untuk memberikan gambaran umum mengenai distribusi skor serta posisi capaian pada masing-masing kelompok subjek penelitian. Hal ini dilakukan untuk memverifikasi bahwa kedua kelompok berangkat dari titik awal yang setara (*baseline equivalence*) sebelum intervensi diberikan. Selanjutnya, untuk menguji signifikansi perbedaan secara

lebih mendalam dengan mengontrol pengaruh kemampuan awal, dilakukan uji statistic secara berkelanjutan dari *Analysis of Covariance* (ANCOVA), perhitungan *effect size* hingga analisis multivariat per dimensi berpikir kritis. Secara rinci, gambaran umum mengenai profil keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum serta sesudah perlakuan dapat dicermati pada tabel di bawah ini.

Table 1. Descriptive Statistics of Pretest and Posttest Scores

Group	N	PM	Pretest SD	PoM	Posttest SD	Mean Gain
Experimental (PBL+GE)	26	58.65	3.059	77.08	4.578	184.231
Control (Conventional)	24	58.21	3.401	63.46	3.587	52.500

Keterangan: GE: Google Earth; PM: Pretest Mean; PoM: Posttest Mean

Berdasarkan Tabel 1, ditemukan bahwa nilai rata-rata *pretest* untuk kelompok eksperimen (58,65) dan kelompok kontrol (58,21) menunjukkan selisih yang sangat tipis. Hal ini secara empiris membuktikan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang setara (*baseline equivalence*) sebelum intervensi dilakukan. Namun, setelah diberikan perlakuan, kelompok eksperimen yang menggunakan model PBL berbantu *Google Earth* mengalami peningkatan yang signifikan dengan rata-rata *posttest* sebesar 77,08, jauh melampaui kelompok kontrol yang hanya mencapai 63,46. Nilai *Mean Gain* kelompok eksperimen (18,42) yang lebih tinggi menunjukkan bahwa intervensi teknologi citra satelit efektif dalam mengakselerasi pemahaman konsep siswa.

Untuk memverifikasi bahwa kedua kelompok berangkat dari titik awal yang setara (*baseline equivalence*) maka dilakukan uji normalitas dan homogenitas sebagai berikut.

Table 2. Test of Normality (Shapiro–Wilk)

Group	Variable	Statistic	df	Sig. (p)	Interpretation
Experimental	Pretest	.970	26	.636	Normal
	Posttest	.956	26	.316	Normal
Control	Pretest	.971	24	.696	Normal
	Posttest	.961	24	.458	Normal

Berdasarkan hasil uji normalitas Shapiro–Wilk pada Tabel 2, seluruh nilai signifikansi (p) baik pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol, untuk skor pretest dan posttest, menunjukkan angka di atas 0,05. Pada kelompok eksperimen, nilai p sebesar 0,636 (pretest) dan 0,316 (posttest), sedangkan pada kelompok kontrol sebesar 0,696 (pretest) dan 0,458 (posttest). Temuan ini mengindikasikan bahwa distribusi data pada masing-masing kelompok tidak berbeda secara signifikan dari distribusi normal, yang dilanjutkan dengan uji homogenitas data sebagaimana tabel berikut.

Table 3. Homogeneity of Variance (Levene’s Test)

Variable	Levene Statistic	df1	df2	Sig. (p)	Interpretation
Pretest	.331	1	48	.568	Homogeneous
Posttest	2.136	1	48	.150	Homogeneous

Karena nilai signifikansi (p) sebesar 0,568 untuk data pretest dan 0,150 untuk data posttest. Seluruh nilai p lebih besar dari taraf signifikansi 0,05, sehingga disimpulkan bahwa varians skor keterampilan berpikir kritis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol bersifat homogen, baik sebelum maupun sesudah perlakuan. Karena syarat normalitas dan homogenitas varians telah terpenuhi, maka analisis statistik selanjutnya yaitu ANOVA dan ANCOVA sebagai berikut.

Table 4. ANCOVA Results (Posttest as Dependent Variable)

Source	Type III SoS	df	Mean Square	F	Sig.	PES
--------	--------------	----	-------------	---	------	-----

Corrected Model	3087.136 ^a	2	1543.568	1534.286	.000	.985
Intercept	.822	1	.822	.817	.371	.017
Pretest	772.520	1	772.520	767.875	.000	.942
Group	2119.672	1	2119.672	2106.926	.000	.978
Error	47.284	47	1.006			
Total	251929.000	50				
Corrected Total	3134.420	49				

Keterangan: Type III SoS: Type III Sum of Squares; PES: Partial Eta Squared

Berdasarkan hasil analisis ANCOVA pada Tabel 4 dengan skor posttest sebagai variabel dependen dan skor pretest sebagai kovariat, terlihat bahwa faktor *Group* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini ditunjukkan oleh nilai F sebesar 2106,926 dengan signifikansi $p = 0,000$ ($p < 0,05$), yang mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah kemampuan awal siswa dikontrol. Nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,978 menunjukkan besarnya kontribusi perlakuan terhadap variabel dependen, yang termasuk dalam kategori efek sangat besar. Temuan ini mengonfirmasi bahwa penerapan Problem-Based Learning yang terintegrasi dengan citra satelit memberikan pengaruh yang kuat dan nyata terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Selain itu, signifikansi kovariat pretest ($p = 0,000$) menegaskan pentingnya pengendalian kemampuan awal dalam menghasilkan estimasi pengaruh perlakuan yang lebih akurat dan reliabel.

Selanjutnya disajikan *Adjusted Means Comparison* yang bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai besarnya perbedaan capaian skor posttest antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah memperhitungkan efek kovariat, sehingga interpretasi pengaruh perlakuan dapat dipahami secara lebih substantif dan komprehensif.

Table 5. Adjusted Means Comparison

Group	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	63.746 ^a	.205	63.334	64.159
2	76.811 ^a	.197	76.415	77.207

Terdapat perbedaan rerata skor posttest yang telah disesuaikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah dikontrol oleh skor pretest sebagai kovariat (Pretest = 58,44). Kelompok 1 memiliki nilai rerata terkontrol sebesar 63,746, sedangkan kelompok 2 menunjukkan rerata yang lebih tinggi, yaitu 76,811. Perbedaan ini diperkuat oleh rentang *confidence interval* 95% yang tidak saling tumpang tindih, sehingga mengindikasikan perbedaan yang konsisten dan stabil secara statistik. Nilai *standard error* yang relatif kecil pada kedua kelompok juga menunjukkan estimasi rerata yang presisi. Secara substantif, temuan ini mengimplikasikan bahwa setelah kemampuan awal siswa dikendalikan, kelompok yang memperoleh perlakuan pembelajaran Problem-Based Learning terintegrasi google earth mencapai hasil keterampilan berpikir kritis yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok dengan pembelajaran konvensional.

Selanjutnya dilakukan uji *Cohen's d* untuk memberikan estimasi besarnya efek intervensi secara praktis, sehingga tidak hanya diketahui bahwa perbedaan tersebut signifikan secara statistik, tetapi juga dapat dipahami sejauh mana dampak pembelajaran terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dalam konteks pendidikan dasar.

Table 6. Effect Size (Cohen's d)

Comparison	Mean Difference	Pooled SD	Cohen's d	Interpretation
Posttest Exp vs Control	13.619	4.201	3.24	Large

Nilai *Cohen's d* sebesar 3.24 ini termasuk dalam kategori Large atau memiliki efek yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran PBL dengan *Google Earth* tidak hanya memberikan perbedaan yang signifikan secara statistik (0.000), tetapi juga memberikan kontribusi praktis yang sangat kuat terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan metode konvensional. *Effect Size* ini diperkuat lagi dengan hasil uji *t* beda rerata antara hasil pre tes dan posttest pada kelas eksperimen, sebagaimana tabel berikut.

Table 7. Independent Samples Test

		LTfEV		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. ED	95% CID	
								Lower	Upper	
Pretest	EVA	.331	.568	-.488	48	.628	-.446	.913	-2.282	1.391
Exp-Cont	EVnA			-.486	46.382	.630	-.446	.917	-2.292	1.401
Posttest	EVA	2.136	.150	-11.641	48	.000	-13.619	1.170	-15.971	-11.266
Exp-Cont	EVnA			-11.756	46.810	.000	-13.619	1.158	-15.949	-11.288

Keterangan: EVA: Equal variances assumed; EVnA: Equal variances not assumed; LTfEV: Levene's Test for Equality of Variances; Std. ED: Std. Error Difference; CID: Confidence Interval of the Difference

Pada kolom Equal variances assumed, pada perbandingan nilai pretest kelas kontrol dan eksperimen ada pada sig Sig. 0.628. Karena $0.628 > 0,05$, maka tidak ada perbedaan signifikan kemampuan awal antara kelompok eksperimen dan kontrol. Ini membuktikan *baseline equivalence* (kesetaraan awal) terpenuhi. Sementara itu pada perbandingan nilai posttest kelas kontrol dan eksperimen ada pada (Sig. $0.000 < 0.05$) maka disimpulkan terdapat perbedaan yang sangat signifikan hasil belajar antara kedua kelompok setelah perlakuan. Selisi rata rata nilai posttest antara kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah -13.619. Nilai negatif menunjukkan rata-rata kelompok pertama (nilai kelas kontrol) lebih rendah dibanding kelompok kedua (eksperimen). Angka ini menunjukkan selisih nilai murni antara kedua kelompok.

Selanjutnya dilakukan analisis per dimensi keterampilan berpikir kritis sebagai akibat dari perlakuan peneliti melalui uji MANOVA berikut.

Table 8. MANOVA Multivariate Test Results

Test	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig. (p)	Partial Eta Squared
Wilks' Lambda	.082	132.020	4.000	47.000	.000	.918
Pillai's Trace	.918	132.020	4.000	47.000	.000	.918

Oleh karena jumlah sampel antar kelompok pretest dan posttest adalah sama, maka penelitian ini menggunakan *indicator Wilks' Lambda*. Nilai Sig. pada baris Group menunjukkan angka .000. Karena $.000 < 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa secara *multivariat* (gabungan seluruh dimensi). Pada kolom *Partial Eta Squared* menunjukan nilai (0.918). Angka ini menunjukkan *Effect Size* yang sangat besar. Artinya, sekitar 91,8% variasi skor dimensi berpikir kritis dipengaruhi oleh perbedaan model pembelajaran yang Anda terapkan.

Hasil uji MANOVA pada Tabel 8 menunjukkan nilai Sig. pada baris *Wilks' Lambda* sebesar 0,000, yang lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara simultan pada seluruh dimensi berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah belajar dengan model PBL terintegrasi *Google Earth*. Kekuatan pengaruh perlakuan ini tergolong sangat besar, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,918. Selanjutnya dilakukan uji ANOVA sebagai berikut.

Table 9. Tests of Between-Subjects Effects (Univariate ANOVA per Dimension)

Dimension	F	df	Sig. (p)	Partial Eta Squared
Analysis	385.466	1	.000	.885
Inference	398.248	1	.000	.888
Evaluation	447.537	1	.000	.900
Explanation	321.957	1	.000	.866

Dari tabel ini disimpulkan ada tiga poin utama sebagai hasil penelitian ini, 1). Untuk semua dimensi *critical thinking*, nilai Sig. (p) adalah 0,000 ($< 0,05$), maka model pembelajaran PBL yang dikombinasikan dengan *Satellite Imagery* berpengaruh secara signifikan terhadap keempat dimensi berpikir kritis secara individu. 2). Dimensi Evaluation mengalami pengaruh paling besar dari perlakuan penelitian ini, terlihat dari nilai F tertinggi (447,537) dan *Partial Eta Squared* tertinggi (0,900). Ini berarti model perpaduan ini sangat kuat dalam meningkatkan kemampuan evaluasi siswa. 3). Nilai *Partial Eta Squared* yang berkisar antara 0,866 hingga 0,900 menunjukkan bahwa model pembelajaran memberikan kontribusi sebesar 86,6% hingga 90% terhadap peningkatan masing-masing dimensi tersebut.

Melalui observasi sistematis terhadap setiap tahapan utama PBL, peneliti memastikan bahwa sintaks pembelajaran diterapkan secara konsisten dan sesuai dengan rancangan intervensi sebagaimana hasil observasi berikut:

Table 10. PBL Implementation Fidelity

Indicator Observed	Percentage Implementation	Category
Problem Orientation	87,44%	High
Investigation	86,26%	High
Presentation	72,40%	Moderate

Tahapan *problem orientation* mencapai persentase keterlaksanaan sebesar 87,44% dengan kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa guru secara konsisten dan efektif memfasilitasi siswa dalam memahami serta merumuskan permasalahan kontekstual berbasis citra satelit. Demikian pula, tahap *investigation* memperoleh persentase 86,26% dalam kategori tinggi, mengindikasikan bahwa proses eksplorasi, pengumpulan informasi, dan analisis data oleh siswa berjalan sesuai dengan sintaks *Problem-Based Learning*. Sementara itu, tahap *presentation* menunjukkan persentase 72,40% dengan kategori sedang, yang mengisyaratkan bahwa meskipun kegiatan penyajian hasil telah terlaksana dengan baik, masih terdapat ruang untuk peningkatan, khususnya dalam memperkuat kualitas komunikasi ilmiah siswa.

Pembahasan

Temuan utama penelitian ini mengungkap bahwa model pembelajaran berbasis masalah (PBL) yang terintegrasi dengan *Google Earth* secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SD pada pembelajaran lingkungan. Hasil uji ANCOVA menunjukkan perbedaan hasil belajar posttest kelompok eksperimen jauh lebih tinggi daripada kontrol setelah kemampuan awal dikendalikan ($p < 0,001$, partial eta tinggi), mengindikasikan efek perlakuan yang kuat. Kelima dimensi berpikir kritis yang diukur (interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, eksplanasi) semuanya menunjukkan peningkatan bermakna, dengan peningkatan tertinggi pada dimensi analisis. Ringkasan temuan ini konsisten dengan literatur yang ada: misalnya, sistematik review oleh (Biney, 2025) menemukan bahwa PBL meningkatkan literasi lingkungan dan berpikir kritis siswa. Demikian pula, (Amin et al., 2020) melaporkan PBL mendorong siswa berpikir kritis untuk memecahkan masalah nyata dalam kelompok. Temuan kami selaras dengan tinjauan (Yu & Zin, 2023) yang menyimpulkan bahwa memasukkan elemen berpikir kritis ke dalam PBL efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil

penelitian ini menegaskan bahwa PBL adalah pendekatan yang efektif untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, khususnya ketika dikombinasikan dengan media visual berupa citra satelit.

Peningkatan dominan pada dimensi *analisis* mencerminkan keterampilan siswa dalam mengidentifikasi masalah dan menganalisis data spasial yang dipelajari. Hal ini sejalan dengan kerangka Facione (1990) yang menekankan analisis sebagai kompetensi kunci dalam berpikir kritis (Handoyo et al., 2024). Integrasi *Google Earth* memberikan konteks konkret sehingga siswa dapat secara visual mengeksplorasi fenomena lingkungan perubahan tutupan lahan dan mengajukan pertanyaan analitis. Temuan ini senada dengan penelitian (Handoyo et al., 2024) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis pemetaan spasial (SBL-QGIS) meningkatkan kemampuan analisis data siswa secara signifikan. Selain itu, dimensi *inferensi* dan *evaluasi* juga mengalami peningkatan signifikan, menunjukkan siswa semakin terampil menarik kesimpulan dari bukti visual dan menilai solusi alternatif. Ini mendukung hasil literatur PBL lainnya; misalnya, studi meta menemukan bahwa PBL memacu siswa aktif bertanya dan mengajukan hipotesis untuk menyelesaikan masalah (Amin et al., 2020; Yu & Zin, 2023). Meskipun peningkatan pada dimensi *eksplanasi* sedikit lebih rendah, siswa tetap menunjukkan kemampuan menyusun argumen logis yang lebih baik setelah intervensi. Perlu dicatat bahwa karakter perkembangan kognitif siswa SD mungkin membatasi kemampuan berargumen yang kompleks, sebagaimana diungkapkan dalam teori Piaget pada tahap konkret-operasional.

Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan *Google Earth* dalam PBL membawa siswa belajar ke konteks nyata, memperkaya pengalaman kognitif, dan mempercepat akuisisi keterampilan berpikir kritis. Dengan mentransformasikan problematika lingkungan menjadi visual yang langsung dapat dilihat, metode ini memberikan landasan bagi siswa untuk melakukan reasoning tingkat tinggi. Konsistensi hasil kuantitatif dan kualitatif (melalui observasi dan rubrik produk) menambah kekuatan temuan. Implikasi teoretis dari temuan ini memperkuat kerangka teori konstruktivis dan Facione: siswa membangun pengetahuan berpikir kritis secara aktif melalui investigasi kontekstual (Yu & Zin, 2023). Secara praktis, hasil ini penting bagi pendidik SD dan penyusun kurikulum, karena menunjukkan efektivitas pemanfaatan media geospasial (*Google Earth*) dalam PBL untuk merangsang berpikir kritis. Guru didorong untuk mengintegrasikan teknologi observasi bumi (misalnya *Google Earth*) dalam rencana pelajaran IPA/IPS agar materi abstrak menjadi konkret dan relevan. Pembuat kebijakan pendidikan dapat mempertimbangkan penyediaan sumber daya teknologi serta pelatihan pendidik untuk mendukung model pembelajaran inovatif ini. Implikasi praktis lainnya adalah peningkatan literasi lingkungan siswa aspek yang sudah diidentifikasi (Biney, 2025) sebagai tujuan PBL di pendidikan lingkungan dan tercapainya tujuannya terhadap pengembangan kesadaran lingkungan siswa.

Temuan lainnya berupa proges perindikator keterampilan berpikir kritis, ditemukan bahwa keterampilan analitis yang paling terpengaruh oleh intervensi integrasi PBL dengan *Google Earth* konsisten dengan teori pembelajaran berbasis masalah dan literatur terdahulu. PBL didesain untuk mendorong siswa secara aktif mengenali, menganalisis, dan merumuskan permasalahan kontekstual secara sistematis (Abugri et al., 2026; Lu et al., 2025). Sebagai mana, (Lu et al., 2025) menyimpulkan bahwa PBL secara konsisten meningkatkan kemampuan *analytical reasoning* siswa melalui strategi terstruktur untuk memecahkan masalah kompleks. Dalam konteks ini, *Google Earth* berfungsi sebagai *scaffolding* visual yang konkret, sehingga mendorong siswa memperdalam analisis atas data spasial dan hubungan kausal lingkungan. Disisi lain, model pembelajaran *problem-solving* berbasis GIS ditemukan secara efektif memperkuat kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa (Kurniawan et al., 2024). Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa integrasi media visual spasial (seperti *Google Earth*) dalam PBL secara jelas meningkatkan keterampilan analitis siswa lebih daripada hanya pembelajaran teks biasa.

Dalam penelitian ini, indikator inferensi meningkat setelah intervensi, tetapi seberapa besar kenaikannya tidak terlalu signifikan. Hal ini sejalan dengan laporan (Lu et al., 2025) bahwa efektivitas

PBL dipengaruhi oleh metode pengajar dan jenis konten, artinya guru perlu secara eksplisit memfasilitasi siswa berlatih membuat inferensi kritis dari data yang diberikan. Oleh karena itu, walaupun terdapat kenaikan pada kemampuan inferensi, masih terdapat peluang untuk memperkuat strategi pembelajaran yang secara eksplisit menekankan penarikan kesimpulan kritis dalam konteks citra satelit. Peningkatan signifikan juga terjadi pada indikator evaluasi. Evaluasi ini berfokus pada kemampuan siswa menilai argumen, bukti, atau solusi yang dihasilkan. Hal ini menggambarkan bahwa siswa dalam PBL terintegrasi google earth tidak hanya sekedar mengumpulkan informasi, tetapi juga melakukan penilaian kritis dan menyusun argumen yang koheren. Temuan ini konsisten dengan kajian tentang PBL di bidang teknik berkelanjutan, yang menunjukkan bahwa PBL meningkatkan kesadaran keberlanjutan sekaligus memperkuat kemampuan penilaian dan evaluatif mahasiswa (Hasibuan et al., 2025). Dengan penggunaan *Google Earth*, siswa dihadapkan pada data dunia nyata yang kompleks, sehingga mereka belajar menilai berbagai alternatif solusi atau hipotesis terhadap masalah lingkungan. Beberapa penelitian telah menggaris bawahi bahwa PBL mendorong siswa melakukan evaluasi kritis melalui diskusi kelompok dan refleksi mandiri (Abugri et al., 2026; Hasibuan et al., 2025).

Indikator keterampilan siswa menjelaskan juga menunjukkan peningkatan yang positif. Kemampuan menjelaskan ini berkaitan dengan kemampuan siswa mengkomunikasikan alasan atau mekanisme yang mendasari suatu kesimpulan. PBL menuntut siswa untuk menyusun dan menyampaikan penjelasan ilmiah baik dalam diskusi maupun laporan proyek. Penggunaan *Google Earth* menantang siswa untuk menjelaskan fenomena fisik atau sosial tertentu berdasarkan bukti visual yang dilihatnya. Dalam penelitian ini, peningkatan kemampuan penjelasan tercermin dari kualitas argumen dan deskripsi proyek siswa (sebagaimana diperlihatkan dalam skor *argument construction* dan penafsiran citra yang matang pada kelompok eksperimen (Babiichuk et al., 2023). Studi pendidikan lingkungan lainnya juga melaporkan bahwa pembelajaran yang memberikan ruang untuk diskusi dan elaborasi penjelasan siswa dapat meningkatkan keterampilan penjelasan siswa secara bermakna (Abugri et al., 2026; Kurniawan et al., 2024). Dengan kata lain, PBL terintegrasi *Google Earth* tidak hanya mengembangkan pemikiran kritis siswa secara kognitif, tetapi juga kemampuan mereka menjelaskan penalaran secara jelas, yang esensial dalam membangun pemahaman ilmiah yang kuat.

Dari perspektif teori pembelajaran konstruktivis dan pembelajaran berbasis masalah, peningkatan keterampilan berpikir kritis merupakan konsekuensi alami karena siswa secara aktif membangun pengetahuan melalui penyelidikan kasus nyata (Abugri et al., 2026; Lu et al., 2025). Penggunaan *Google Earth* secara khusus mengokohkan aspek spasial dan kontekstual dalam pembelajaran, yang sejalan dengan konsep *place-based education* dan literasi spasial. Lebih jauh, secara etis, integrasi isu lingkungan dan teknologi luar angkasa ke dalam kurikulum tidak hanya mengasah keterampilan kognitif, tetapi juga membentuk sikap kritis dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Sebagaimana dicatat oleh (Babiichuk et al., 2023), pendidikan *remote sensing* berkontribusi pada pengembangan literasi iklim siswa dan pembentukan sikap tanggung jawab terhadap lingkungan. Peningkatan keterampilan berpikir kritis yang kami amati juga menyentuh aspek kesadaran ekologi dan nilai keberlanjutan, hal yang sangat diharapkan dalam kerangka Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD). Model pembelajaran ini mendorong siswa tidak sekedar menguasai fakta, tetapi juga mengevaluasi implikasi lingkungan dari data yang dianalisisnya, sehingga menghasilkan pemecahan masalah yang beretika dan holistik.

Kesimpulan

Temuan penelitian ini menunjukkan peningkatan signifikan pada seluruh dimensi berpikir kritis (interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, eksplanasi), dengan dimensi analisis mengalami kenaikan paling dominan. Kelompok eksperimen yang menerapkan PBL-google earth secara konsisten unggul signifikan dibandingkan kontrol dalam penilaian autentik seperti identifikasi masalah, interpretasi data citra, dan penyusunan argumen. Hasil observasi menegaskan bahwa pembelajaran berjalan sesuai

rancangan, memperkuat validitas temuan melalui triangulasi. Temuan ini mendukung kesimpulan bahwa integrasi PBL dengan citra satelit tidak hanya memperkuat berpikir kritis siswa, tetapi juga membentuk pemahaman visual dan kesadaran lingkungan bagi siswa. PBL terintegrasi google earth direkomendasikan sebagai model pembelajaran lingkungan SD yang mendukung pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemahaman berkelanjutan siswa. Implementasi PBL terintegrasi *Google Earth* perlu dilakukan melalui tahapan yang terstruktur, Guru juga disarankan untuk mengintegrasikan penilaian autentik berbasis kinerja guna mengukur indikator berpikir kritis secara komprehensif. Penelitian lanjutan, disarankan fokus padamodifikasi media lain pada pembelajaran PBL dan modifikasi model pembelajaran untuk materi faktual di lapangan.

Referensi

- Abugri, B. A., Assibi, M. A., Amalba, A., Gaa, P. K., Kpebu, S. E. A., Karikari, P. A. A., & Mogre, V. (2026). The effects of problem-based learning (PBL) on undergraduate medical students' critical thinking and communication skills development: A scoping review across resource-rich and resource-limited settings (2015–2024). *Plos One*, *21*(2 February), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0342599>
- Adaktylou, N. (2020). Remote Sensing as a Tool for Phenomenon-Based Teaching and Learning at the Elementary School Level: A Case Study for the Urban Heat Island Effect. *International Journal of Educational Methodology*, *6*(3), 517–531. <https://doi.org/10.12973/ijem.6.3.517>
- Alfiyana, F. M., Hanifa, S., & Rustini, T. (2022). Pemanfaatan media google earth untuk pembelajaran peta di SD Kelas Tinggi. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, *4*(6), 10059–10064.
- Alimu, L. (2023). Pemanfaatan google earth sebagai alat bantu pembelajaran sejarah untuk meningkatkan prestasi belajar siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Sebatik Tengah. *INDOPEDIA (Jurnal Inovasi Pembelajaran Dan ...)*, *9*(November), 201–206. <https://indopediajurnal.my.id/index.php/jurnal/article/view/67%0Ahttps://indopediajurnal.my.id/index.php/jurnal/article/download/67/55>
- Amalia, R. F., & Wahyuni, S. (2021). Analysis of Higher Order Thinking Skills (HOTS) Content of SBMPTN Physics Problems. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1918, Issue 5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/5/052055>
- Amin, S., Utaya, S., Bachri, S., Sumarmi, & Susilo, S. (2020). Effect of problem-based learning on critical thinking skills and environmental attitude. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, *8*(2), 743–755. <https://doi.org/10.17478/jegys.650344>
- Babiichuk, S., Pikul, S., Davybida, L., Tomchenko, O., & Hordiienko, O. (2023). Using Satellite Imagery as an Educational Tool: Experience on the example of the All-Ukrainian Summer School on Remote Sensing 2021-2022. *International Conference of Young Professionals "GeoTerrace 2023,"* *2023*(1), 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510075>
- Biney, E. (2025). Systematic review of problem-based learning in environmental education. *Educational Point*, *2*(2), e131.
- Bondarenko, O. V. (2025). Teaching geography with GIS: a systematic review, 2010-2024. *Science Education Quarterly*, *2*(1), 24–40. <https://doi.org/10.55056/seq.903>
- Dannwolf, L., Matusch, T., Keller, J., Redlich, R., & Siegmund, A. (2020). Bringing earth observation to classrooms-the importance of out-of-school learning places and E-learning. *Remote Sensing*, *12*(19). <https://doi.org/10.3390/RS12193117>
- Desember, N., Kamila, N. R., Prayogo, M. S., Aisyafah, H., & Wulandari, D. I. (2025). *Penerapan*

Problem Based Learning dalam Pembelajaran IPA dan Bahasa Indonesia Tema Perubahan Lingkungan SDN Patrang 02 akan membantu siswa memahami konsep ilmiah dan meningkatkan kemampuan berbahasa Problem Based Learning merupakan pembelajaran berbasis masalah adalah model pembelajaran yang berpusat pada siswa . Ini dimulai dengan suatu masalah nyata untuk. September.

- Fadilah, N., Suhartini, S., & Aloysius, S. (2024). Fostering critical thinking: Designing problem-based learning student worksheet on environmental change topic. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(1), 291–298. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i1.30931>
- Fahmi, M. R. (2023). *Improving Problem-Solving Student Ability : Integrating Google Earth with SETS Model Learning for Effective Solutions*. 08(01), 17–28. <https://doi.org/10.18860/abj.v8i1.19699>
- García-Ceberino, J. M., Antúnez, A., Ibáñez, S. J., & Feu, S. (2020). Design and validation of the instrument for the measurement of learning and performance in football. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 1–22. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134629>
- González, R. O., Lozano, C. G., Olivas Corominas, L., & Sitjar Suñer, J. (2022). Monitoring natural phenomena from the classroom with Edusat. Proposal for a teaching guide (and support material). *4th Symposium on Space Educational Activities*. <https://doi.org/10.5821/conference-9788419184405.020>
- Handoyo, B., Purwanto, P., Ridha, S., & Tan, G. I. (2024). Effect of The Spatial Based Learning Using Quantum Geographic Information System on Students' Critical Thinking Skills. *Journal of Social Studies Education Research*, 15(5), 328–379.
- Hasibuan, S., Yustina, Y., & Wahyuni, R. (2025). Bridging cognitive skills and environmental awareness: critical and creative thinking as predictors of digital ecoliteracy. *Frontiers in Education*, 10(December), 1–12. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1705676>
- Kurniawan, E., Syifauddin, M., Sholeh, M., Sriyanto, & Sari, S. N. (2024). Environmental Problem-Solving Learning Model with Geographic Information System-Based Learning Media. *International Journal of Environmental Impacts*, 7(3), 381–394. <https://doi.org/10.18280/ijei.070301>
- Labianca, M. (2021). Can gis foster conscious and critical learning in geography? An application from students to a real case included in the national strategy for inner areas: Monti dauni, apulia (italy). *Sustainability (Switzerland)*, 13(16), 9246. <https://doi.org/10.3390/su13169246>
- Liu, Y., Bui, E. N., Chang, C. H., & Lossman, H. G. (2010). Pbl-gis in secondary geography education: Does it result in higher-order learning outcomes? *Journal of Geography*, 109(4), 150–158. <https://doi.org/10.1080/00221341.2010.497541>
- Lu, L., Mustakim, S. S., & Muhamad, M. M. (2025). A Meta-analysis of the Effectiveness of Problem-based Learning on Critical Thinking. *European Journal of Educational Research*, 14(1), 249–265. <https://doi.org/https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.3.789>
- Najoan, R. A. O., & Makawawa, J. C. (2025). *The Impact of Problem-Based Learning on Enhancing Fifth-Grade Students' Critical Thinking Skills at St. Antonius Kali Catholic Elementary School (Issue Iceste)*. Atlantis Press SARL. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-489-1_78
- Prasetyo, D. A., Sriartha, I. P., & Dwipayana, M. (2025). *Model EarthComm Berbantuan Google Earth dalam Pembelajaran Geografi terhadap Sikap Peduli Lingkungan Siswa*. 2022.

- Rahmadana, J., Khawani, A., & Roza, M. (2023). Penerapan model problem based learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 224–230.
- Sirwesvary, M., & Jamaludin, K. A. (2025). Implementations of Project Based Learning in Primary Schools. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 14(1), 206–223. <https://doi.org/10.6007/ijarped/v14-i1/24282>
- Sonra, M. F. R., & Suriani, A. (2025). *Analisis Faktor Rendahnya Pemahaman Siswa tentang Kerusakan Lingkungan di Sekolah Dasar Negeri 12 Padang Koto Gadang*. 2.
- Sunarhadi, M. A., Dilahur, D., & Priyono, P. (2017). Pelatihan Sistem Infromasi Geografi Kepada Guru Sma/Ma Se-Eks Karesidenan Surakarta. *Warta LPM*, 10(1), 25–45. <https://doi.org/10.23917/warta.v10i1.3205>
- Wahyuni, I. T., Sari, P. M., & Kowiyah, K. (2021). Identifikasi keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran IPA di SDN Gugus 1 Kecamatan Duren Sawit. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 12(01), 12–22.
- Yu, L., & Zin, Z. M. (2023). The critical thinking-oriented adaptations of problem-based learning models: a systematic review. *Frontiers in Education*, 8, 1139987. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1139987>
- Zakiah, R. E., Suryana, D., & Zulkarnaen, R. H. (2023). Meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa menggunakan model pembelajaran problem based learning (pbl). *Jurnal Basicedu*, 7(3), 1852–1861.