

Modul Penginderaan Jauh untuk Meningkatkan Kemampuan Interpretasi Citra Siswa

I Gede Destira Nartayana^{1*}, I Putu Sriartha², I Putu Ananda Citra³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Pendidikan Ganesha, Jalan Udayana Nomor 11, Singaraja, Kabupaten Buleleng, Bali

E-mail: destira@undiksha.ac.id

* Corresponding Author

 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i3.5173>

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 12 Jan 2026

Revised: 18 Jan 2026

Accepted: 24 Jan 2026

Kata Kunci:

Modul Digital,
Interpretasi Citra,
Penginderaan Jauh.

Keywords:

Digital Module, Image
Interpretation, Remote
Sensing.

ABSTRACT

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan interpretasi citra penginderaan jauh siswa SMA akibat keterbatasan media pembelajaran yang bersifat visual dan interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran digital berbasis *flipbook* interaktif serta menguji kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam pembelajaran geografi. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan model *ADDIE* yang meliputi tahap analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan dinyatakan sangat layak berdasarkan validasi ahli materi, media, dan bahasa. Uji kepraktisan menunjukkan respons positif dari guru dan siswa. Uji efektivitas memperlihatkan adanya peningkatan hasil belajar siswa yang signifikan setelah menggunakan modul. Dengan demikian, modul pembelajaran penginderaan jauh berbasis *flipbook* interaktif efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan interpretasi citra siswa SMA.

This study was conducted due to the low ability of senior high school students to interpret remote sensing imagery, which was caused by the lack of interactive and visual learning media. The purpose of this study was to develop an interactive flipbook-based digital learning module and to examine its validity, practicality, and effectiveness in geography learning. The research employed a Research and Development method using the ADDIE model, consisting of analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The results show that the developed module is highly valid based on expert validation in content, media, and language aspects. Practicality testing indicates positive responses from teachers and students. The effectiveness test shows that the module improves students' learning outcomes significantly. Therefore, the interactive flipbook-based remote sensing module is effective for enhancing students' image interpretation skills.



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

How to Cite: I Gede Destira Nartayana, et al. (2026). Modul Penginderaan Jauh untuk Meningkatkan Kemampuan Interpretasi Citra Siswa, 4(3). <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i3.5173>

PENDAHULUAN

Penginderaan jauh merupakan salah satu kompetensi esensial dalam pembelajaran geografi karena berperan penting dalam memahami fenomena spasial dan sosial di permukaan bumi. Melalui teknologi satelit, foto udara, dan wahana tanpa awak, penginderaan jauh memungkinkan pengumpulan data wilayah secara tidak langsung namun akurat dan efisien. Dalam konteks pendidikan geografi, teknologi ini tidak hanya berfungsi sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai sarana untuk melatih kemampuan analisis spasial siswa. Suryana & Antara (2021) menegaskan bahwa penginderaan jauh memiliki peran strategis dalam penyediaan informasi geospasial yang mendukung analisis keruangan secara efektif. Seiring pesatnya perkembangan teknologi, penginderaan jauh kini dimanfaatkan secara luas dalam berbagai bidang seperti perencanaan wilayah, pengelolaan sumber daya alam, mitigasi bencana, hingga pengambilan keputusan berbasis lingkungan. Oleh karena itu, penguasaan kemampuan

interpretasi citra menjadi keterampilan penting yang perlu dikembangkan sejak jenjang pendidikan menengah.

Kemampuan interpretasi citra tidak sekadar berkaitan dengan membaca peta atau mengenali objek secara visual, tetapi mencakup proses analisis terhadap unsur-unsur citra seperti rona, tekstur, pola, bentuk, dan asosiasi objek (Susilawati, 2023). Keterampilan ini memungkinkan siswa memahami dinamika lingkungan, mengidentifikasi fenomena geografis, serta mengaitkan konsep teoretis dengan kondisi nyata di lapangan. Dalam praktiknya, interpretasi citra banyak digunakan dalam sektor pertanian, tata ruang, dan konservasi lingkungan sebagai dasar pengambilan keputusan berbasis data spasial (Singgalen, 2023). Dengan demikian, pembelajaran penginderaan jauh yang efektif tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada pengembangan keterampilan analisis visual yang aplikatif.

Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam menginterpretasikan citra penginderaan jauh masih tergolong rendah. Salsabiela & Hanafi (2024) menemukan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memahami unsur-unsur dasar interpretasi citra, terutama dalam membedakan rona, tekstur, dan pola. Temuan serupa dikemukakan oleh Indarti (2023) yang menyatakan bahwa siswa sering kali belum mampu membedakan objek alami dan buatan pada citra satelit akibat lemahnya pemahaman konsep interpretasi. Selain itu, Budianto et al. (2023) melaporkan bahwa rendahnya capaian hasil belajar berbasis citra menunjukkan keterampilan analisis spasial siswa belum berkembang secara optimal. Permasalahan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain keterbatasan kompetensi guru dalam memanfaatkan teknologi penginderaan jauh (Harudu et al., 2024), minimnya ketersediaan perangkat dan perangkat lunak pengolah citra di sekolah (Tue & Lukum, 2025), serta keterbatasan bahan ajar yang bersifat praktis dan kontekstual.

Kondisi tersebut juga terjadi di SMA Negeri 1 Nusa Penida. Hasil observasi awal menunjukkan bahwa ketersediaan bahan ajar penginderaan jauh masih sangat terbatas, baik dari segi jumlah buku teks maupun ketiadaan modul khusus yang membahas interpretasi citra secara aplikatif. Guru geografi menyampaikan bahwa keterbatasan sumber belajar menyebabkan pembelajaran penginderaan jauh cenderung bersifat teoretis dan berorientasi hafalan, sehingga siswa belum mampu memahami cara membaca dan menganalisis citra secara mandiri. Temuan ini diperkuat oleh hasil tes formatif awal yang menunjukkan bahwa capaian nilai siswa pada materi peta, penginderaan jauh, dan SIG masih belum optimal, terutama pada aspek analisis pola dan rona. Selain itu, hasil wawancara dengan siswa mengungkapkan adanya kebingungan dalam memahami istilah teknis serta kesulitan membedakan objek pada citra berdasarkan karakteristik visualnya.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui pengembangan modul pembelajaran. Modul pembelajaran dirancang secara sistematis untuk menyajikan materi secara bertahap, terstruktur, dan memungkinkan siswa belajar secara mandiri sesuai dengan kecepatan masing-masing (Wulandari et al., 2021; Pratita et al., 2021). Dalam konteks materi yang kompleks dan abstrak seperti penginderaan jauh, modul memiliki keunggulan karena mampu menyederhanakan konsep melalui visualisasi, contoh kontekstual, serta latihan aplikatif. Auwaliyah et al. (2023) menyatakan bahwa penggunaan modul berbasis visual terbukti meningkatkan pemahaman siswa secara signifikan. Selain itu, pendekatan modul berbasis proyek juga dilaporkan mampu meningkatkan keterampilan berpikir spasial dan analisis visual siswa dalam pembelajaran geografi (Sultoni et al., 2023).

Pengembangan modul penginderaan jauh yang berfokus pada interpretasi citra menjadi kebutuhan mendesak karena materi ini menuntut kemampuan analisis visual yang tinggi serta pemahaman konsep spasial yang mendalam. Modul yang dirancang secara kontekstual dan aplikatif diharapkan dapat menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, sekaligus mengatasi keterbatasan sarana, media, dan metode pembelajaran konvensional. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis modul mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan analitis siswa secara signifikan dibandingkan metode konvensional (Maryati et al., 2020; Lestari et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan sebuah rencana pemecahan masalah berupa pengembangan modul penginderaan jauh yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan interpretasi citra siswa.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran penginderaan jauh yang dirancang khusus untuk meningkatkan kemampuan interpretasi citra siswa SMA. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan rancangan modul penginderaan

jauh yang sesuai dengan karakteristik siswa dan kebutuhan pembelajaran geografi; (2) menganalisis tingkat validitas dan kepraktisan modul yang dikembangkan; serta (3) menguji efektivitas modul dalam meningkatkan kemampuan interpretasi citra siswa di SMA Negeri 1 Nusa Penida. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif solusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran penginderaan jauh serta memperkaya khazanah bahan ajar geografi berbasis analisis spasial.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa modul pembelajaran penginderaan jauh sekaligus menguji kelayakan serta efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan interpretasi citra siswa. Pendekatan R&D dipilih karena tidak hanya berorientasi pada pengujian teori, tetapi juga pada pengembangan dan validasi produk pembelajaran yang dapat diterapkan secara langsung di sekolah. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE, yang meliputi tahapan analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Model ini dipilih karena memiliki alur sistematis, fleksibel, serta sesuai untuk pengembangan bahan ajar berbasis kebutuhan peserta didik.

Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan pembelajaran penginderaan jauh. Analisis mencakup analisis kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa, kurikulum, dan media pembelajaran. Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan guru geografi untuk mengetahui kendala pembelajaran serta ketersediaan bahan ajar. Analisis karakteristik siswa difokuskan pada kemampuan awal dan kesulitan siswa dalam memahami interpretasi citra. Analisis kurikulum dilakukan dengan mengkaji capaian pembelajaran dan materi penginderaan jauh yang relevan, sedangkan analisis media bertujuan menentukan jenis bahan ajar yang sesuai dengan kondisi sekolah dan karakteristik siswa.

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun rancangan awal modul pembelajaran penginderaan jauh. Pada tahap ini ditentukan sistematika modul, cakupan materi, strategi pembelajaran, serta bentuk evaluasi pembelajaran. Modul dirancang secara kontekstual, visual, dan aplikatif agar dapat membantu siswa memahami unsur-unsur interpretasi citra secara bertahap. Selain itu, pada tahap ini juga disusun instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur validitas, kepraktisan, dan efektivitas modul.

Tahap pengembangan merupakan proses realisasi rancangan modul menjadi produk pembelajaran. Modul yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa untuk menilai kelayakan isi, tampilan, dan kebahasaan. Hasil validasi digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi produk. Setelah direvisi, modul diuji coba melalui uji coba terbatas dan uji lapangan guna memperoleh data mengenai kepraktisan penggunaan modul serta respon siswa terhadap pembelajaran.

Tahap implementasi dilakukan dengan menerapkan modul pembelajaran penginderaan jauh dalam proses pembelajaran geografi di SMA Negeri 1 Nusa Penida. Implementasi dilakukan pada kelas eksperimen, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Sebelum pembelajaran dimulai, siswa diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal interpretasi citra. Setelah pembelajaran selesai, siswa diberikan posttest untuk mengetahui peningkatan kemampuan interpretasi citra setelah menggunakan modul.

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai kualitas akhir modul dan efektivitas penggunaannya dalam pembelajaran. Evaluasi dilakukan secara formatif pada setiap tahap pengembangan untuk penyempurnaan produk, serta secara sumatif setelah tahap implementasi untuk mengetahui dampak modul terhadap peningkatan kemampuan interpretasi citra siswa.

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali. Subjek penelitian meliputi guru geografi, siswa kelas X IPS, serta para ahli yang terlibat dalam proses validasi. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X SMA Negeri 1 Nusa Penida, sedangkan sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik *simple random sampling* setelah dilakukan uji kesetaraan antar kelas. Satu kelas ditetapkan sebagai kelompok eksperimen dan satu kelas sebagai kelompok kontrol.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, angket, tes, dan dokumentasi. Observasi dan wawancara digunakan pada tahap analisis kebutuhan, angket digunakan untuk menilai

validitas dan kepraktisan modul, sedangkan tes digunakan untuk mengukur efektivitas modul melalui perbandingan hasil *pretest* dan *posttest*. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Validitas dan kepraktisan modul dianalisis menggunakan persentase kelayakan, sedangkan efektivitas modul dianalisis menggunakan perhitungan *N-gain* dan *independent sample t-test* pada desain *Non-Equivalent Control Group Design*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model ADDIE yang meliputi lima tahap utama, yaitu analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Setiap tahapan dilaksanakan secara sistematis untuk menghasilkan modul pembelajaran digital berbasis *flipbook* yang layak dan efektif dalam meningkatkan kemampuan interpretasi citra siswa.

Tahap Analisis

Tahap analisis bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan pembelajaran pada materi penginderaan jauh. Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep penginderaan jauh yang bersifat abstrak, khususnya dalam menafsirkan citra satelit. Sumber belajar yang tersedia masih terbatas pada buku teks dan penjelasan lisan guru, sehingga belum mampu memfasilitasi visualisasi konsep secara optimal. Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan interpretasi citra siswa. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan bahan ajar digital interaktif yang mampu menyajikan konsep penginderaan jauh secara visual, kontekstual, dan mudah dipahami oleh siswa.

Tahap Perancangan

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, tahap perancangan difokuskan pada penyusunan desain modul pembelajaran digital berbentuk *flipbook* interaktif. Modul dirancang dengan judul “*Penginderaan Jauh untuk Meningkatkan Kemampuan Interpretasi Citra*” dan mengacu pada pendekatan *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Pendekatan ini dipilih karena menekankan keterkaitan materi pembelajaran dengan konteks kehidupan nyata siswa. Struktur modul mencakup tiga kegiatan pembelajaran utama, yaitu konsep dasar penginderaan jauh, unsur-unsur interpretasi citra, dan praktik interpretasi citra. Setiap bagian dilengkapi dengan peta konsep, tujuan pembelajaran, uraian materi, animasi, kuis interaktif, dan rangkuman, sehingga modul dirancang tidak hanya sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai sarana pembelajaran aktif.

Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk modul pembelajaran digital berbasis *flipbook* yang layak digunakan dalam pembelajaran Geografi. Pada tahap ini, modul yang telah dirancang kemudian dikembangkan menjadi produk nyata dan selanjutnya diuji melalui validasi ahli untuk memastikan kelayakan isi, media, dan kebahasaan.

Uji validitas ahli materi menunjukkan bahwa modul pembelajaran memiliki tingkat kelayakan yang tinggi. Validator pertama memberikan persentase kelayakan sebesar 92% dengan kategori *sangat layak*, sedangkan validator kedua memberikan persentase kelayakan sebesar 77% dengan kategori *layak*. Hasil ini menunjukkan bahwa isi materi modul telah sesuai dengan capaian pembelajaran, kompetensi dasar, serta indikator kemampuan interpretasi citra. Meskipun demikian, para validator memberikan masukan agar modul diperkaya dengan sumber empiris dan studi kasus kontekstual, khususnya yang berkaitan dengan wilayah Indonesia, guna memperkuat kedalaman materi.

Hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa modul pembelajaran digital *flipbook* telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai media pembelajaran. Validator pertama memberikan persentase kelayakan sebesar 93% dengan kategori *sangat layak*, sedangkan validator kedua memberikan persentase sebesar 78% dengan kategori *layak*. Penilaian ini mengindikasikan bahwa modul memiliki penyajian visual, tata letak, dan kegrafikaan yang baik, serta mampu mendukung pemahaman siswa terhadap materi penginderaan jauh melalui ilustrasi citra satelit yang jelas dan sistematis.

Validasi kebahasaan menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan dalam modul telah sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar serta tingkat pemahaman peserta didik SMA. Validator pertama memberikan persentase kelayakan sebesar 91% dengan kategori *sangat layak*, sedangkan validator kedua memberikan persentase sebesar 75% dengan kategori *layak*. Hasil ini menunjukkan bahwa bahasa dalam modul bersifat lugas, komunikatif, dan edukatif, meskipun masih

dapat disempurnakan melalui penyederhanaan kalimat dan penambahan contoh kontekstual agar lebih menarik bagi siswa.

Berdasarkan hasil uji validitas ahli materi, media, dan bahasa, dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran digital *flipbook* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dan siap untuk diimplementasikan dalam pembelajaran dengan beberapa perbaikan minor sesuai saran validator.

Tahap Implementasi

Tahap implementasi dilakukan untuk mengetahui keterterimaan dan kemanfaatan modul pembelajaran digital *flipbook* dalam situasi pembelajaran nyata. Implementasi dilakukan melalui uji praktisi guru dan uji praktisi siswa di SMA Negeri 1 Nusa Penida.

Hasil uji praktisi guru menunjukkan bahwa modul pembelajaran digital *flipbook* memperoleh persentase kelayakan sebesar 85% dengan kategori *sangat layak*. Guru menilai bahwa modul sangat membantu dalam menjelaskan materi penginderaan jauh yang bersifat abstrak, memudahkan siswa dalam memahami konsep, serta mendukung pembelajaran mandiri dan aktivitas praktik interpretasi citra. Modul juga dinilai sistematis, mudah digunakan, dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran Geografi di SMA.

Hasil uji praktisi siswa menunjukkan bahwa modul dapat digunakan secara efektif oleh siswa dengan berbagai tingkat kemampuan akademik. Siswa dengan kemampuan tinggi memperoleh persentase kelayakan sebesar 88%, siswa kemampuan sedang sebesar 87%, dan siswa kemampuan rendah sebesar 88%, yang seluruhnya berada pada kategori *sangat layak*. Hasil ini menunjukkan bahwa modul bersifat inklusif, mudah dipahami, menarik, serta mampu membantu siswa memahami konsep dan unsur-unsur interpretasi citra secara bertahap.

Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dalam penelitian dan pengembangan ini difokuskan pada uji efektivitas produk yang dikembangkan, yaitu modul pembelajaran digital berbasis *flipbook* pada materi penginderaan jauh. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana penggunaan modul mampu meningkatkan kemampuan interpretasi citra siswa serta memberikan dampak yang signifikan terhadap hasil belajar.

Pengujian efektivitas modul dilakukan melalui perbandingan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah penggunaan modul pembelajaran. Hasil *pretest* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 46,129, sedangkan hasil *posttest* menunjukkan peningkatan nilai rata-rata menjadi 72,419. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penggunaan modul pembelajaran digital *flipbook* memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman siswa dalam materi penginderaan jauh, khususnya pada kemampuan interpretasi citra.

Selanjutnya, hasil perhitungan *gain score* ternormalisasi (N-gain) diperoleh nilai sebesar 0,488 yang berada pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar siswa setelah penggunaan modul berada pada tingkat efektivitas sedang, sehingga modul dinilai cukup efektif dalam meningkatkan kemampuan interpretasi citra siswa.

Uji prasyarat statistik dilakukan sebelum pengujian hipotesis. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data hasil belajar siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal, ditandai dengan nilai signifikansi pada uji *Kolmogorov–Smirnov* dan *Shapiro–Wilk* yang seluruhnya lebih besar dari 0,05. Hasil uji homogenitas varians menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,872, yang berarti bahwa varians hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol bersifat homogen.

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji *independent sample t-test*. Hasil uji menunjukkan nilai signifikansi (*Sig. 2-tailed*) sebesar 0,008 ($< 0,05$) dengan nilai *t* hitung sebesar 2,747 dan derajat kebebasan 56. Rata-rata perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sebesar 8,90. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara siswa yang belajar menggunakan modul pembelajaran digital *flipbook* dan siswa yang belajar menggunakan metode pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil uji efektivitas tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran digital *flipbook* penginderaan jauh efektif digunakan dalam pembelajaran Geografi, khususnya dalam meningkatkan kemampuan interpretasi citra siswa SMA. Sebagai bentuk transparansi dan kemudahan akses, modul pembelajaran digital *flipbook* yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat diakses secara daring melalui tautan berikut: <https://heyzine.com/flip-book/a864dbe662.html>.

Tabel 1. Hasil Penelitian

Jenis Pengujian	Subjek/Aspek	Skor / Nilai	Skor Maksimum	Persentase / Sig.	Kategori / Keterangan
Validasi Ahli Materi	Validator 1	44	48	92%	Sangat Layak
	Validator 2	37	48	77%	Layak
Validasi Ahli Media	Validator 1	37	40	93%	Sangat Layak
	Validator 2	31	40	78%	Layak
Validasi Ahli Bahasa	Validator 1	29	32	91%	Sangat Layak
	Validator 2	24	32	75%	Layak
	Guru	78	92	85%	Sangat Layak
Uji Praktisi	Siswa Kemampuan Tinggi	81	92	88%	Sangat Layak
	Siswa Kemampuan Sedang	80	92	87%	Sangat Layak
	Siswa Kemampuan Rendah	81	92	88%	Sangat Layak
Efektivitas Modul	Rata-rata <i>Pretest</i>	46,129	100	–	Nilai Awal
	Rata-rata <i>Posttest</i>	72,419	100	–	Nilai Akhir
	N-gain	0,488	–	–	Kategori Sedang
Uji Normalitas	Kelas Eksperimen	–	–	Sig. > 0,05	Normal
	Kelas Kontrol	–	–	Sig. > 0,05	Normal
Uji Homogenitas	Varians	–	–	0,872	Homogen
	Sig. (2-tailed)	–	–	0,008	Signifikan
Uji Hipotesis (uji t)	t hitung	2,747	–	–	H ₀ ditolak
	Mean Difference	8,90	–	–	Kelas eksperimen lebih tinggi

Pembahasan

Produk yang Dikembangkan

Pengembangan modul pembelajaran digital berbentuk *flipbook* interaktif pada penelitian ini didasarkan pada model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*), yang menekankan proses sistematis dalam merancang media pembelajaran sesuai kebutuhan peserta didik. Pada tahap analisis, ditemukan bahwa siswa SMA Negeri 1 Nusa Penida mengalami kesulitan dalam memahami materi penginderaan jauh yang bersifat abstrak dan visual. Kondisi ini sejalan dengan temuan Sari (2022) yang menyatakan bahwa materi penginderaan jauh sering dianggap sulit dipahami apabila tidak didukung oleh media visual interaktif yang mampu menggambarkan proses dan hasil perekaman citra secara konkret.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, pengembangan modul digital berbasis *flipbook* menjadi solusi yang relevan karena mampu mengintegrasikan teks, gambar, animasi, dan latihan interaktif dalam satu media pembelajaran. Modul *flipbook* dinilai sesuai dengan karakteristik peserta didik sebagai generasi digital native yang terbiasa dengan media visual dan teknologi digital. Dengan demikian, modul ini berfungsi sebagai jembatan antara konsep teoretis penginderaan jauh dan representasi visual citra satelit yang nyata.

Pada tahap perancangan, struktur modul disusun menggunakan *pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL)* agar materi yang disajikan memiliki keterkaitan langsung dengan kehidupan nyata siswa. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian Nurcahyo dan Winanti (2021) yang menyatakan bahwa penerapan CTL dalam pembelajaran geografi dapat meningkatkan kemampuan berpikir spasial dan minat belajar siswa. Modul yang dikembangkan memuat peta konsep, tujuan pembelajaran, uraian materi, serta latihan interpretasi citra yang menggunakan contoh citra satelit wilayah Indonesia. Penyajian materi yang kontekstual ini memungkinkan siswa membangun pemahaman melalui pengalaman belajar yang bermakna dan relevan dengan lingkungan sekitar.

Tahap pengembangan dilakukan dengan mengintegrasikan berbagai unsur multimedia ke dalam modul *flipbook* digital. Penggunaan animasi, citra resolusi tinggi, dan fitur interaktif memberikan pengalaman belajar visual yang lebih kuat bagi siswa. Hal ini mendukung temuan Hanatan et al. (2023) yang menyatakan bahwa modul digital interaktif mampu meningkatkan keterlibatan belajar siswa dibandingkan dengan modul cetak konvensional. Hasil validasi ahli dan praktisi dalam penelitian ini

memperkuat temuan tersebut, di mana modul memperoleh kategori “sangat layak” pada sebagian besar aspek penilaian.

Pada tahap implementasi dan evaluasi, modul diuji pada siswa dengan tingkat kemampuan akademik yang berbeda dan memperoleh respons positif dari seluruh kelompok. Temuan ini konsisten dengan penelitian Nailu (2025) yang menyatakan bahwa media pembelajaran digital interaktif mampu meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar karena memberikan fleksibilitas dalam tempo dan cara belajar. Selain itu, integrasi pendekatan Project-Based Learning (PjBL) melalui aktivitas interpretasi citra menggunakan Google Earth mendorong siswa untuk berpikir kritis, analitis, dan kontekstual. Dengan demikian, produk yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana penguatan kompetensi abad ke-21.

Uji Validitas dan Kepraktisan Produk yang Dikembangkan

Hasil uji validitas ahli materi menunjukkan bahwa modul pembelajaran digital berbasis *flipbook* interaktif memiliki tingkat kelayakan isi yang sangat baik. Rata-rata persentase kelayakan sebesar 84,5% menunjukkan bahwa materi dalam modul telah sesuai dengan capaian pembelajaran, indikator kompetensi dasar, serta mendukung peningkatan kemampuan interpretasi citra siswa. Temuan ini sejalan dengan penelitian Abdul dan Ardianti (2025) yang menyatakan bahwa media pembelajaran visual interaktif mampu memperjelas konsep spasial dan meningkatkan kemampuan berpikir interpretatif siswa.

Validasi ahli media juga menunjukkan hasil yang sangat baik dengan rata-rata persentase kelayakan 85,5%. Aspek tampilan visual, tata letak, dan kegrafikaan dinilai telah memenuhi kriteria media pembelajaran yang menarik dan mudah digunakan. Hasil ini mendukung penelitian Sugiantoro et al. (2025) yang menegaskan bahwa desain visual adaptif dan integrasi multimedia berperan penting dalam meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran digital.

Pada aspek kebahasaan, modul memperoleh persentase kelayakan sebesar 83% dengan kategori “sangat layak.” Bahasa yang digunakan dinilai lugas, komunikatif, dan sesuai dengan tingkat pemahaman siswa SMA. Hal ini sejalan dengan penelitian Tue dan Lukum (2025) yang menyatakan bahwa penggunaan bahasa yang komunikatif dan kontekstual dalam media pembelajaran dapat meningkatkan efektivitas pemahaman konsep geografi.

Uji kepraktisan yang melibatkan guru dan siswa menunjukkan bahwa modul sangat layak dan mudah digunakan. Guru praktisi memberikan penilaian 85%, sedangkan siswa dari berbagai tingkat kemampuan memberikan rata-rata 87,6%. Temuan ini memperkuat penelitian Minatanti et al. (2025) yang menyatakan bahwa modul berbasis *flipbook* interaktif mampu meningkatkan kepraktisan pembelajaran dan mendorong partisipasi aktif siswa. Dengan demikian, modul yang dikembangkan tidak hanya valid secara akademik, tetapi juga praktis dan adaptif terhadap perbedaan kemampuan siswa.

Uji Efektivitas Produk yang Dikembangkan

Analisis Gain Score Ternormalisasi (N-gain)

Hasil analisis gain score ternormalisasi (N-gain) menunjukkan nilai sebesar 0,488 yang berada pada kategori sedang menurut klasifikasi Hake (1998). Nilai ini menunjukkan bahwa modul pembelajaran penginderaan jauh memberikan peningkatan hasil belajar yang cukup efektif. Peningkatan nilai rata-rata dari pretest (46,129) ke posttest (72,419) menunjukkan bahwa siswa mengalami peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan interpretasi citra setelah menggunakan modul.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Saraswati et al. (2025) yang menyatakan bahwa bahan ajar digital interaktif mampu meningkatkan pemahaman konsep melalui penyajian materi yang visual dan sistematis. Secara teoritis, hasil ini juga didukung oleh teori pembelajaran multimedia Mayer yang menekankan bahwa kombinasi teks dan visual mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran. Hasil penelitian Kuncoro dan Fitriawanawati (2023) turut memperkuat temuan ini dengan menyatakan bahwa *flipbook* digital mampu membantu siswa menghubungkan konsep abstrak dengan contoh nyata.

Analisis Independent Sample t-test

Hasil uji Independent Sample t-test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,008 (< 0,05), yang menandakan adanya perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan modul digital berbasis *flipbook* memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan hasil belajar siswa dibandingkan dengan bahan ajar konvensional. Hasil ini

sejalan dengan penelitian Oktaria et al. (2025) yang menyatakan bahwa media pembelajaran interaktif mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran pada materi yang menuntut visualisasi tinggi.

Hasil uji normalitas dan homogenitas yang memenuhi prasyarat statistik menunjukkan bahwa perbedaan hasil belajar yang terjadi dapat dikaitkan dengan perlakuan penggunaan modul. Temuan ini mendukung penelitian Pakaya et al. (2025) yang menyatakan bahwa media *flipbook* mampu memperkuat pemahaman konsep melalui penyajian yang sistematis dan interaktif. Selain itu, peningkatan motivasi dan kemandirian belajar siswa sebagaimana dikemukakan oleh Fadilla et al. (2025) juga terlihat dalam penggunaan modul ini.

Secara keseluruhan, hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa modul pembelajaran digital berbasis *flipbook* interaktif tidak hanya layak dan praktis, tetapi juga efektif secara empiris dalam meningkatkan kemampuan interpretasi citra dan hasil belajar siswa. Temuan ini konsisten dengan penelitian Mulyani, Handayani, dan Prasetyo (2021) yang menyatakan bahwa media *flipbook* digital mampu meningkatkan kualitas pembelajaran melalui visualisasi konsep, motivasi belajar, dan pembelajaran mandiri. Dengan demikian, modul penginderaan jauh yang dikembangkan dapat menjadi alternatif media pembelajaran inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran geografi di tingkat SMA.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran penginderaan jauh berbasis *flipbook* interaktif yang dikembangkan dengan model ADDIE dinyatakan layak, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan interpretasi citra siswa SMA. Kelayakan modul ditunjukkan oleh hasil validasi ahli materi, media, dan bahasa dengan kategori layak hingga sangat layak, sementara kepraktisan modul terlihat dari respons positif guru dan siswa. Selain itu, hasil uji efektivitas menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa yang signifikan, sehingga modul ini dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam pembelajaran geografi. Kesimpulan dapat bersifat generalisasi temuan sesuai permasalahan penelitian, dapat pula berupa rekomendasi untuk langkah selanjutnya.

REFERENSI

- Abdul, M., & Ardianti, S. D. (2025). Meningkatkan kemampuan spasial dan pemahaman geografis siswa tentang bentuk wilayah Indonesia melalui media interaktif Google Earth pada pembelajaran IPAS kelas 5. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 11(2), 239–252.
- Auwaliyah, H. M., Sahrina, A., Soekamto, H., & Masruroh, H. (2023). Pengembangan e-modul berbasis Heyzine *flipbook* materi mitigasi bencana untuk siswa kelas XI IPS SMAN 1 Singosari. *Jurnal Geografi*, 12(1), 40–55. <https://doi.org/10.24036/geografi/vol12-iss1/3423>
- Budianto, A. E., Sari, Y. I., & Meviana, I. (2023). Pengembangan metode contrast stretching pada media pembelajaran geografi berbasis pengolahan citra digital. *Smatika Jurnal*, 13(1), 140–151. <https://doi.org/10.32664/smatika.v13i01.737>
- Fadilla, P. A., Maibang, S., Putri, N., Siagian, Z. I., Siagian, N. N., & Yusnaldi, E. (2025). Pemanfaatan media pembelajaran digital dalam meningkatkan minat belajar IPS di sekolah dasar. *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 12(3), 1069–1077.
- Hanatan, R. B., Yuniastuti, E., & Prayitno, B. A. (2023). Pengembangan modul digital interaktif berbasis discovery learning untuk meningkatkan minat belajar siswa. *Jurnal Teknodik*, 27(1), 81–98.
- Harudu, L., Irsan, L. M., Amaluddin, L. O., Kasmiati, S., Hasanah, N., & Oleo, H. (2024). Pendidikan dan pelatihan aplikasi penginderaan jauh untuk meningkatkan kompetensi guru geografi. *Keyboard Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 59–68.
- Indarti, W. (2023). Peningkatan hasil belajar geografi interpretasi citra melalui discovery learning dengan Google Earth. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Karakter*, 8(1), 62–69.
- Kuncoro, J., & Fitriawanawati, M. (2023). Media pembelajaran *flipbook* berbasis kontekstual: Inovasi efektif dalam meningkatkan pemahaman materi bangun datar kelas IV. *Jurnal Genesis Indonesia*, 2(3), 103–113. <https://doi.org/10.56741/jgi.v2i03.228>
- Lestari, A. W., Astutik, S., & Apriyanto, B. (2024). Pengembangan e-modul berbasis kebudayaan Pandalungan terhadap kemampuan berpikir kreatif pada pembelajaran geografi di SMA. *Edu Geography*, 11(3), 35–46. <https://doi.org/10.15294/edugeo.v11i2.73968>

- Maryati, S., Hardila, H., & Lihawa, F. (2020). Pengembangan modul pembelajaran geografi berbasis pendekatan saintifik. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 7(1), 31–40. <https://doi.org/10.20527/jpg.v7i1.8323>
- Nailu, I. A. (2025). Pengembangan media pembelajaran interaktif IPAS berbasis lingkungan untuk kemandirian belajar siswa SD di Palu. *Jurnal Ilmiah Profesi Guru*, 6(1), 90–101.
- Nurchayyo, A. D., & Winanti, E. T. (2021). Pengaruh model problem based learning terintegrasi pendekatan induktif terhadap kemampuan berpikir spasial dan pengetahuan siswa. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 26(1), 41–47. <https://doi.org/10.17977/um017v26i12021p041>
- Oktaria, S., Susant, R., & Suratmi. (2025). Analisis kebutuhan pengembangan multimedia interaktif berbantuan Canva untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *SOCIAL: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(1), 210–218.
- Pakaya, H., Maryati, S., & Pambudi, M. R. (2025). Desain media pembelajaran berbasis digital *flipbook* pada mata pelajaran geografi materi keanekaragaman hayati. *Jurnal Riset dan Pengabdian Interdisipliner*, 2(1), 44–50. <https://doi.org/10.37905/jrpi.v2i1.29889>
- Pratita, D., Amrina, D. E., & Djahir, Y. (2021). Analisis kebutuhan mahasiswa terhadap bahan ajar sebagai acuan untuk mengembangkan e-modul pembelajaran digital. *Jurnal PROFIT*, 8(1), 69–74. <https://doi.org/10.36706/jp.v8i1.13129>
- Salsabiela, T., & Hanafi, F. (2024). Perbedaan hasil belajar siswa antara model PjBL berbasis STEM dan non-STEM. *Edu Geography*, 12(2), 38–49.
- Sari, R. M. (2022). Pengembangan media pembelajaran interaktif articulate storyline pada materi penginderaan jauh. *Jurnal Samudra Geografi*, 5(2), 90–98.
- Saraswati, N. D., Iesa, A., Illahi, K., Arif, A., & Hakim, L. (2025). Pengembangan bahan ajar interaktif berbasis *flipbook*. *Jurnal Pendidikan, Akuntansi dan Keuangan*, 8(1), 32–52.
- Singalen, Y. A. (2023). Analisis model pengembangan kawasan ekowisata mangrove berbasis hyperspectral remote sensing. *Journal of Information System Research*, 4(3), 969–979. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i3.3385>
- Sugiantoro, E., Rahmawati, A., Kuliana, I. I., Muti'ah, M., & Laksana, S. D. (2025). Pemanfaatan new media dan multimedia untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. *Jurnal Koulutus*, 8(2), 199–210.
- Sulton, M., Budijanto, B., & Utaya, S. (2023). Pengembangan modul geografi berbasis pendekatan saintifik. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 3(8), 817–827. <https://doi.org/10.17977/um063v3i8p817-827>
- Suryana, I. P. G. E., & Antara, I. G. M. Y. (2021). Pengembangan teknologi informasi geografi sebagai media eksplorasi biodiversitas. *JSIKTI*, 3(4), 46–55. <https://doi.org/10.33173/jsikti.117>
- Susilawati, D. (2023). Implementasi strategi pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan kemampuan interpretasi citra. *Geoeducation*, 4(1), 1–10.
- Tue, F., & Lukum, A. (2025). Implementasi Google Earth sebagai media pembelajaran kontekstual. *Irfani*, 21(1), 188–203.
- Wulandari, F., Yogica, R., & Darussyamsu, R. (2021). Analisis manfaat penggunaan e-modul interaktif. *Khazanah Pendidikan*, 15(2), 139. <https://doi.org/10.30595/jkp.v15i2.10809>