

**PENGENALAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS  
UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SPASIAL SISWA SMA****Yuni Andriyani Safitri<sup>1\*</sup>, Vrita Tri Aryuni<sup>2</sup>, Risky Nuri Amelia<sup>3</sup>**<sup>1-3</sup>Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Khairun

Email Korespondensi: yuniandriyani@unkhair.ac.id

Disubmit: 21 Juni 2026

Diterima: 06 Juli 2026

Diterbitkan: 01 Agustus 2026

Doi: <https://doi.org/10.33024/jkpm.v9i8.26627>**ABSTRAK**

Penginderaan Jauh (PJ) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan teknologi spasial yang sangat penting dalam kajian geografi dan berbagai aspek kehidupan, namun pemahaman siswa sekolah menengah terhadap kedua teknologi ini masih terbatas. Kesenjangan literasi geospasial ini menjadi tantangan serius di era digital, terutama karena keterbatasan alat peraga dan media ajar di sekolah. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengenalkan dasar-dasar PJ dan SIG serta meningkatkan minat dan literasi spasial siswa melalui praktik interpretasi citra menggunakan stereoskop cermin. Metode yang digunakan adalah Participatory Action Research (PAR) dengan pendekatan demonstrasi dan praktik langsung yang melibatkan 19 siswa kelas IPS SMA Negeri 5 Kota Ternate pada 25 Maret 2022. Hasil kegiatan menunjukkan rata-rata pemahaman siswa terhadap materi PJ dan SIG mencapai 87,4% yang termasuk dalam kategori baik, dengan aspek pengoperasian stereoskop cermin mencapai 94,7%. Siswa mampu mengidentifikasi objek secara tiga dimensi melalui stereoskop serta memahami proses overlay dan skoring dalam analisis SIG. Pengenalan PJ dan SIG melalui metode praktik langsung efektif dalam meningkatkan literasi spasial siswa dan direkomendasikan untuk diintegrasikan secara berkelanjutan dalam kurikulum geografi di tingkat sekolah menengah.

**Kata Kunci:** Literasi Spasial, Penginderaan Jauh, SIG, Stereoskop, PAR.**ABSTRACT**

*Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) are very important spatial technologies in geographic studies and various aspects of life, but high school students' understanding of these two technologies is still limited. This geospatial literacy gap is a serious challenge in the digital era, especially due to the limited teaching aids and learning media in schools. This community service activity aims to introduce the basics of RS and GIS as well as increase students' interest and spatial literacy through direct image interpretation practice using mirror stereoscopes. The method used was Participatory Action Research (PAR) with a demonstration and direct practice approach involving 19 social studies class students at SMA Negeri 5 Ternate City on March 25, 2022. The results showed that the average student understanding of RS and GIS materials reached 87.4% which was included in the good category, with the aspect of*

*operating mirror stereoscopes reaching 94.7%. Students were able to identify objects in three dimensions through stereoscopes and understand the overlay and scoring processes in GIS analysis. The introduction of RS and GIS through direct practice methods is effective in improving students' spatial literacy and is recommended to be integrated sustainably into the geography curriculum at the secondary school level.*

**Keywords:** *Spatial Literacy, Remote Sensing, GIS, Stereoscope, PAR.*

## 1. PENDAHULUAN

Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis merupakan dua teknologi yang saling terkait erat dan memiliki peran strategis dalam berbagai aspek kehidupan, mulai dari perencanaan tata ruang, pengelolaan sumber daya alam, mitigasi bencana, hingga pemantauan lingkungan (Campbell & Wynne, 2021; Longley et al., 2022). Di bidang geografi, kedua teknologi ini menjadi instrumen kunci dalam deskripsi dan penggambaran spasial yang efisien, presisi, dan komunikatif. Penginderaan jauh didefinisikan sebagai seni dan ilmu untuk memperoleh informasi tentang objek atau fenomena di permukaan bumi tanpa melakukan kontak langsung (Lillesand et al., 2020), sedangkan Sistem Informasi Geografis merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang berhubungan dengan posisi di permukaan bumi (Burrough et al., 2019).

Perkembangan teknologi spasial yang semakin pesat menuntut peningkatan literasi geospasial di berbagai kalangan, termasuk di tingkat pendidikan menengah. Kemampuan analisis spasial menjadi kompetensi fundamental yang harus dimiliki siswa untuk menghadapi tantangan abad ke-21 (National Research Council, 2021). Namun demikian, kesenjangan literasi geospasial masih menjadi tantangan serius di Indonesia, terutama di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan akses terhadap teknologi dan alat peraga pembelajaran. Banyak siswa belum memiliki pemahaman yang memadai tentang konsep dan aplikasi PJ dan SIG, sehingga kemampuan analisis spasial mereka terbatas.

Permasalahan ini diperparah oleh keterbatasan alat peraga dan media ajar di sekolah-sekolah. Berdasarkan observasi awal di SMA Negeri 5 Kota Ternate, diketahui bahwa fasilitas penunjang pembelajaran geografi, khususnya yang berkaitan dengan teknologi spasial, masih sangat minim. Siswa belum pernah mendapatkan pengalaman langsung dalam menginterpretasi citra penginderaan jauh atau menggunakan perangkat analisis spasial. Kesenjangan antara tuntutan kompetensi di era digital dengan ketersediaan sarana pembelajaran menjadi urgensi utama yang mendasari kegiatan pengabdian ini. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian lain yang menyatakan bahwa keterbatasan fasilitas laboratorium dan teknologi geospasial di sekolah dapat diatasi melalui pembelajaran interaktif berbasis praktik lapangan dan pengenalan alat (Sugrah et al., 2024).

Meskipun telah banyak penelitian yang mengkaji efektivitas pembelajaran berbasis teknologi spasial, masih terdapat celah penelitian (*research gap*) yang signifikan terkait dengan penerapan metode praktik langsung menggunakan stereoskop cermin di wilayah Indonesia Timur,

khususnya Maluku Utara. Penelitian terdahulu lebih banyak berfokus pada penggunaan perangkat lunak SIG berbasis komputer di sekolah-sekolah di wilayah Jawa dan Sumatera (Widodo & Hidayat, 2023; Fadli & Hasanah, 2022), sementara kajian tentang pengenalan PJ dan SIG dengan pendekatan analog di daerah dengan keterbatasan infrastruktur teknologi masih sangat terbatas. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan memberikan bukti empiris tentang efektivitas metode praktik langsung menggunakan stereoskop cermin dalam meningkatkan literasi spasial siswa SMA di Kota Ternate.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif dan praktik langsung efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep abstrak dalam geografi (Widodo & Hidayat, 2023). Kegiatan serupa yang dilakukan di sekolah-sekolah menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan siswa setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan (Fauzi & Rahayu, 2023). Penggunaan stereoskop cermin sebagai alat bantu interpretasi citra juga telah terbukti efektif dalam membantu siswa memahami objek secara tiga dimensi (Utomo & Prakoso, 2021).

Secara eksplisit, kegiatan pengabdian ini memiliki tujuan sebagai berikut: (1) mengukur tingkat pemahaman siswa SMA Negeri 5 Kota Ternate terhadap konsep dasar Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis setelah mengikuti program pengenalan; (2) mengevaluasi efektivitas metode praktik langsung menggunakan stereoskop cermin dalam meningkatkan keterampilan interpretasi citra siswa; (3) menganalisis respons dan antusiasme siswa terhadap kegiatan pengenalan PJ dan SIG yang dilaksanakan; serta (4) mengidentifikasi tantangan dan solusi dalam pelaksanaan program pengenalan PJ dan SIG di SMA Negeri 5 Kota Ternate. Keempat tujuan ini dirumuskan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah ditetapkan pada bagian rumusan masalah, sehingga kegiatan ini tidak hanya bersifat deskriptif tetapi juga evaluatif terhadap dampak program yang dilaksanakan.

Kegiatan pengabdian ini merupakan implementasi dari Tridharma Perguruan Tinggi dan juga bagian dari upaya pencapaian Indikator Kinerja Utama (IKU) 3, yaitu dosen berkegiatan di luar kampus (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2020). Tujuan utama kegiatan ini adalah: (1) meningkatkan pemahaman dasar siswa tentang Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis, (2) mengembangkan keterampilan interpretasi citra menggunakan stereoskop cermin, (3) menumbuhkan minat siswa terhadap bidang geografi, dan (4) menjembatani kesenjangan literasi spasial di kalangan siswa SMA. Melalui kegiatan sosialisasi dan pengenalan alat PJ dan SIG, tim dosen Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Khairun berupaya memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas pendidikan geografi di Kota Ternate.

## **2. MASALAH DAN RUMUSAN PERTANYAAN**

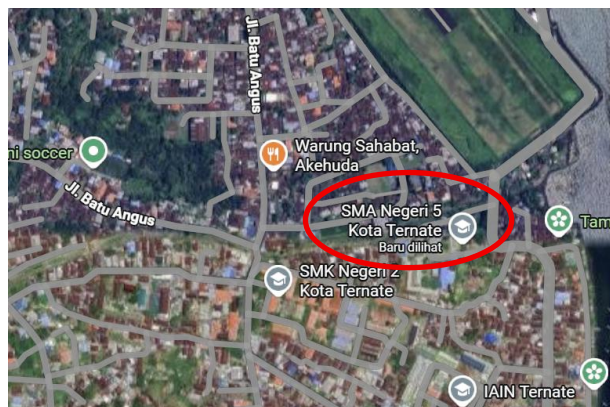
Masalah aktual yang terjadi di lapangan adalah rendahnya literasi spasial siswa SMA Negeri 5 Kota Ternate terhadap teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. Berdasarkan observasi awal, diketahui bahwa fasilitas penunjang pembelajaran geografi, khususnya yang berkaitan dengan teknologi spasial, masih sangat minim. Siswa belum pernah

mendapatkan pengalaman langsung dalam menginterpretasi citra penginderaan jauh atau menggunakan perangkat analisis spasial. Keterbatasan alat peraga seperti stereoskop cermin dan citra foto udara menyebabkan siswa kesulitan memahami konsep-konsep abstrak dalam PJ dan SIG. Selain itu, guru geografi di sekolah tersebut juga belum memiliki pengalaman dalam menggunakan alat-alat praktikum PJ dan SIG dalam proses pembelajaran. Kesenjangan antara tuntutan kompetensi geografi di era digital dengan ketersediaan sarana dan prasarana pembelajaran menjadi masalah utama yang mendasari kegiatan pengabdian ini. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian lain yang mengidentifikasi bahwa keterbatasan fasilitas laboratorium geografi dan teknologi geospasial di sekolah-sekolah di daerah terpencil masih menjadi kendala serius dalam peningkatan kualitas pembelajaran geografi (Wijayanti, 2022; Alfi et al., 2023).

Rumusan Berdasarkan masalah yang telah diuraikan, maka rumusan pertanyaan dalam kegiatan pengabdian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana tingkat pemahaman siswa SMA Negeri 5 Kota Ternate terhadap konsep dasar Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis setelah mengikuti program pengenalan?
- 2) Bagaimana efektivitas metode praktik langsung menggunakan stereoskop cermin dalam meningkatkan keterampilan interpretasi citra siswa?
- 3) Bagaimana respons dan antusiasme siswa terhadap kegiatan pengenalan PJ dan SIG yang dilaksanakan?
- 4) Apa saja tantangan dan solusi dalam pelaksanaan program pengenalan PJ dan SIG di SMA Negeri 5 Kota Ternate?

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di SMA Negeri 5 Kota Ternate yang berlokasi di Jl. Batu Angus, Kelurahan Dufa-Dufa, Kecamatan Ternate Utara, Kota Ternate, Provinsi Maluku Utara. Sekolah ini terletak di bagian utara Pulau Ternate dengan koordinat geografis sekitar  $0^{\circ}47'13''N$  dan  $127^{\circ}22'43''E$  sebagaimana gambar berikut. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa sekolah tersebut belum pernah mendapatkan program pengenalan PJ dan SIG sebelumnya, sehingga kegiatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan kualitas pembelajaran geografi di sekolah tersebut (Sugrah et al., 2024).



Gambar 1. Peta Lokasi Kegiatan PKM

### 3. KAJIAN PUSTAKA

Penginderaan jauh didefinisikan sebagai seni dan ilmu untuk memperoleh informasi tentang objek atau fenomena di permukaan bumi tanpa melakukan kontak langsung (Lillesand et al., 2020). Teknologi ini memungkinkan pengamatan dan pengukuran karakteristik objek dari jarak jauh menggunakan sensor yang dipasang pada platform seperti satelit atau pesawat terbang. Menurut Campbell dan Wynne (2021), penginderaan jauh melibatkan interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan objek di permukaan bumi, di mana setiap objek memiliki karakteristik spektral yang unik yang memungkinkan identifikasi dan klasifikasi. Prinsip dasar penginderaan jauh mencakup sumber energi, propagasi energi melalui atmosfer, interaksi energi dengan objek di permukaan bumi, perekaman energi oleh sensor, transmisi data, dan interpretasi data (Sutanto, 2021). Dalam konteks pembelajaran geografi, penguasaan konsep penginderaan jauh sangat penting karena memungkinkan siswa untuk memahami fenomena geosfer secara komprehensif dan spasial (Purwanto & Suryani, 2022).

Sistem Informasi Geografis merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang berhubungan dengan posisi di permukaan bumi (Burrough et al., 2019). Menurut Longley et al. (2022), SIG memiliki komponen utama yaitu perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia, dan prosedur. SIG memungkinkan analisis spasial yang kompleks seperti overlay, buffer, dan interpolasi yang sangat berguna dalam berbagai aplikasi perencanaan dan pengelolaan sumber daya. Dalam konteks pendidikan geografi, SIG berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir spasial siswa, yaitu kemampuan untuk memahami, menganalisis, dan memecahkan masalah yang berkaitan dengan ruang dan lokasi (Widodo & Hidayat, 2023). Pembelajaran berbasis SIG telah terbukti dapat meningkatkan kemampuan analisis spasial siswa dan mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan abad ke-21 (National Research Council, 2021).

Penggunaan stereoskop cermin merupakan salah satu metode praktis untuk menginterpretasi citra penginderaan jauh secara tiga dimensi. Alat ini bekerja dengan prinsip penggabungan dua citra yang saling tumpang tindih (overlapping) sehingga menghasilkan ilusi kedalaman atau efek tiga dimensi (Lillesand et al., 2020). Melalui stereoskop, pengamat dapat mengamati relief permukaan bumi, membedakan tinggi rendah objek, dan mengukur lereng secara visual. Menurut Utomo dan Prakoso (2021), langkah-langkah penggunaan stereoskop cermin meliputi persiapan alat, pemasangan binokuler, penyesuaian fokus, serta penyelarasan dua citra agar tampak menyatu. Stereoskop cermin sangat bermanfaat dalam pembelajaran geografi karena memungkinkan siswa untuk melihat objek secara tiga dimensi, yang sulit diperoleh dari peta atau citra dua dimensi (Sutanto, 2021). Kemampuan interpretasi citra tiga dimensi ini menjadi keterampilan dasar yang penting bagi siswa sebelum mereka mempelajari analisis spasial yang lebih kompleks menggunakan SIG.

Metode *Participatory Action Research* (PAR) merupakan pendekatan partisipatif yang melibatkan peserta secara aktif dalam proses pembelajaran (Kemmis et al., 2020). Pendekatan ini menekankan pada kolaborasi antara fasilitator dan peserta dalam mengidentifikasi masalah, merencanakan tindakan, melaksanakan, dan merefleksikan hasil. Dalam konteks

pengabdian masyarakat, PAR memungkinkan terjadinya proses belajar yang bermakna melalui praktik langsung, bukan sekadar penerimaan informasi pasif. Penelitian menunjukkan bahwa metode pembelajaran berbasis proyek dan praktik langsung mampu mendorong siswa untuk lebih aktif, partisipatif, dan mandiri dalam belajar (Widodo & Hidayat, 2023; Fauzi & Rahayu, 2023). Pendekatan ini sangat relevan dalam pengenalan teknologi PJ dan SIG di mana siswa perlu mengalami secara langsung proses interpretasi citra dan analisis spasial untuk memahami konsep-konsep yang abstrak (Dewi & Putra, 2023).

Selain literatur tentang PJ, SIG, stereoskop, dan metode PAR, kajian pustaka dalam kegiatan ini juga diperkaya dengan teori-teori pembelajaran geospasial yang relevan. Menurut National Research Council (2021), literasi spasial merupakan kemampuan untuk menggunakan konsep ruang, alat representasi, dan proses penalaran dalam memecahkan masalah. Kemampuan ini sangat penting untuk dikembangkan di tingkat sekolah menengah karena menjadi fondasi bagi pemahaman fenomena geosfer yang kompleks. Penelitian oleh Utami & Handoyo (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran geografi berbasis proyek dengan pendekatan spasial mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa. Sementara itu, Putri & Lestari (2023) menemukan bahwa integrasi teknologi geospasial dalam kurikulum geografi di sekolah menengah masih sangat rendah, terutama karena keterbatasan kompetensi guru dan fasilitas pendukung. Temuan ini diperkuat oleh Suryanto & Wahyuni (2021) yang mengidentifikasi bahwa pelatihan dan pendampingan berkelanjutan bagi guru geografi menjadi faktor kunci dalam keberhasilan implementasi pembelajaran PJ dan SIG. Lebih lanjut, penelitian oleh Hasanah et al. (2023) di wilayah pesisir menunjukkan bahwa pengenalan teknologi spasial melalui pendekatan kontekstual yang mengaitkan dengan lingkungan lokal terbukti efektif dalam meningkatkan minat dan pemahaman siswa. Kajian tentang efektivitas alat peraga dalam pembelajaran geografi juga dilakukan oleh Rahmawati & Fitriani (2022) yang menyimpulkan bahwa penggunaan media konkret seperti stereoskop dan citra foto udara memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan dengan media digital semata, terutama di daerah dengan akses teknologi terbatas. Pendekatan PAR sebagaimana diterapkan dalam kegiatan ini juga sejalan dengan temuan Kusumaningrum et al. (2023) yang menyatakan bahwa keterlibatan aktif peserta dalam proses pembelajaran mampu meningkatkan retensi dan aplikasi pengetahuan secara signifikan.

Kegiatan pengabdian ini memiliki signifikansi yang tinggi karena memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan literasi spasial siswa SMA di Kota Ternate. Berdasarkan kajian pustaka, belum banyak penelitian yang secara spesifik membahas pengenalan PJ dan SIG menggunakan stereoskop cermin di tingkat SMA di wilayah Indonesia Timur, khususnya Maluku Utara. Oleh karena itu, kegiatan ini mengisi celah penelitian (gap analysis) tersebut dengan memberikan bukti empiris tentang efektivitas metode praktik langsung dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap teknologi spasial. Kontribusi kegiatan ini meliputi: (1) peningkatan pemahaman siswa tentang konsep dasar PJ dan SIG, (2) pengembangan keterampilan interpretasi citra menggunakan stereoskop cermin, (3) peningkatan minat siswa terhadap bidang geografi, dan (4) penguatan kerja sama antara perguruan tinggi dan sekolah dalam pengembangan pendidikan geografi (Sugrah et al., 2024; Alfi

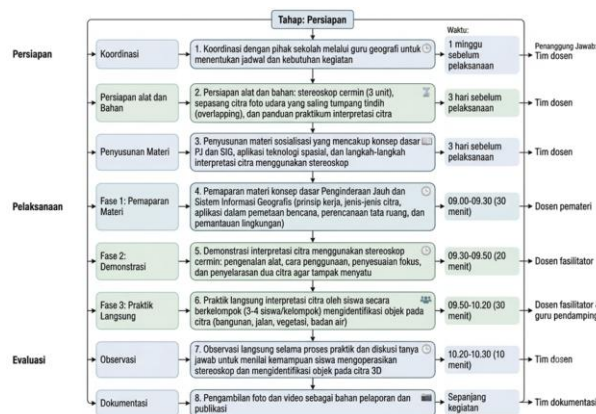
et al., 2023). Kegiatan ini juga sejalan dengan upaya pencapaian Indikator Kinerja Utama (IKU) 3, yaitu dosen berkegiatan di luar kampus (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2020).

#### 4. METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dengan metode *Participatory Action Research* (PAR), yaitu pendekatan partisipatif yang melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran (Kemmis et al., 2020). Metode ini dipilih karena memungkinkan terjadinya proses belajar yang bermakna melalui praktik langsung, bukan sekadar penerimaan informasi pasif. Pendekatan PAR dalam kegiatan ini melibatkan kolaborasi antara tim dosen, guru geografi, dan siswa dalam mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, merencanakan kegiatan, melaksanakan program, dan mengevaluasi hasil. Metode ini sejalan dengan karakteristik pengabdian masyarakat yang menekankan pada pemberdayaan masyarakat melalui partisipasi aktif (Mason, 2020). Pendekatan demonstrasi dan praktik langsung digunakan untuk memfasilitasi pemahaman siswa terhadap konsep-konsep abstrak dalam PJ dan SIG, sebagaimana direkomendasikan dalam penelitian sebelumnya (Widodo & Hidayat, 2023; Fauzi & Rahayu, 2023).

Kegiatan ini diikuti oleh 19 siswa kelas IPS SMA Negeri 5 Kota Ternate. Peserta dipilih berdasarkan rekomendasi guru geografi setempat dengan pertimbangan bahwa mereka adalah siswa yang telah mendapatkan materi dasar geografi dan memiliki minat untuk mempelajari teknologi spasial. Jumlah peserta yang terbatas (19 siswa) memungkinkan pelaksanaan praktikum yang lebih efektif dengan rasio peserta terhadap alat yang ideal. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kelompok kecil lebih efektif untuk pembelajaran praktik langsung (Sugrah et al., 2024). Selain siswa, kegiatan ini juga melibatkan 3 orang dosen dari Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Khairun sebagai pemateri dan fasilitator, serta 1 orang guru geografi SMA Negeri 5 Kota Ternate sebagai pendamping.

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan pada hari Jumat, 25 Maret 2022, pukul 09.00-10.30 WIT, bertempat di SMA Negeri 5 Kota Ternate. Pelaksanaan kegiatan terdiri dari tiga tahap utama, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Rincian langkah-langkah kegiatan disajikan pada gambar berikut.



Gambar 2. Tahapan Kegiatan PKM

Untuk mengukur pemahaman siswa terkait materi digunakan instrumen pretest dan posttest yang terdiri dari 10 soal pilihan ganda yang mengukur pemahaman siswa tentang: (1) konsep dasar PJ, (2) konsep dasar SIG, (3) pengoperasian stereoskop cermin, (4) interpretasi objek pada citra 3D, dan (5) proses overlay dan skoring dalam SIG. Soal pretest dan posttest memiliki tingkat kesulitan yang setara. Efektivitas metode dihitung dengan rumus:

$$\text{Efektivitas} = ((\text{Nilai Posttest} - \text{Nilai Pretest}) / \text{Nilai Pretest}) \times 100\%$$

Keterangan: (Sangat Efektif, >50; Efektif, 30-50; Kurang Efektif, 15-26; tidak efektif, <15)

Untuk mengukur efektivitas metode terhadap ketrampilan, dilakukan melalui analisis hasil observasi selama praktik dan melalui hasil diskusi dan tanya jawab, sedangkan Untuk mengukur respons siswa, digunakan angket dengan skala Likert 1-4 (1=Sangat Tidak Setuju, 2=Tidak Setuju, 3=Setuju, 4=Sangat Setuju) yang mencakup aspek: (1) kemudahan memahami materi, (2) manfaat kegiatan, (3) minat terhadap PJ dan SIG setelah kegiatan, dan (4) keinginan mengikuti kegiatan serupa.

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Hasil

Kegiatan pengabdian ini menghasilkan beberapa temuan penting terkait efektivitas metode pengenalan PJ dan SIG bagi siswa SMA Negeri 5 Kota Ternate. Seluruh peserta (19 siswa) menunjukkan partisipasi aktif selama kegiatan berlangsung. Hal ini terlihat dari antusiasme siswa saat mengikuti setiap tahapan kegiatan, mulai dari sesi pemaparan materi hingga praktik interpretasi citra.



(a)



(b)

Gambar 3. (a) Pemaparan materi konsep dasar PJ dan SIG oleh tim dosen, (b) Alat dan bahan yang digunakan pada praktikum PJ dan SIG

Gambar 2a menunjukkan suasana pemaparan materi konsep dasar Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis yang disampaikan oleh tim dosen di ruang kelas SMA Negeri 5 Kota Ternate. Pada sesi ini, siswa diberikan penjelasan tentang prinsip kerja PJ dan SIG, jenis-jenis citra, serta berbagai aplikasi teknologi spasial dalam kehidupan sehari-hari seperti pemetaan daerah bencana, perencanaan tata ruang, dan pemantauan perubahan lingkungan (Campbell & Wynne, 2021; Longley et al., 2022). Gambar 3b memperlihatkan alat dan bahan yang digunakan selama praktikum, yaitu stereoskop cermin, sepasang citra foto udara yang saling tumpang tindih (*overlapping*), serta panduan praktikum interpretasi citra. Ketersediaan alat ini menjadi faktor penting dalam keberhasilan kegiatan mengingat keterbatasan fasilitas yang dimiliki sekolah (Sugrah et al., 2024).



**Gambar 4.** Siswa sedang mengamati citra secara tiga dimensi

Gambar 4. memperlihatkan siswa sedang melakukan praktik interpretasi citra menggunakan stereoskop cermin. Pada sesi ini, siswa secara bergantian mengamati pasangan citra yang disediakan dan mengidentifikasi berbagai objek yang tampak dalam bentuk tiga dimensi. Berdasarkan observasi selama praktik, siswa mampu membedakan bentuk bangunan, jalan, vegetasi, dan badan air berdasarkan tampilan tiga dimensi yang dihasilkan oleh stereoskop. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa stereoskop cermin merupakan alat bantu yang efektif untuk mengatasi abstraksi citra. Temuan ini memperkuat pernyataan bahwa citra penginderaan jauh yang dilihat dengan stereoskop mampu menyajikan model objek yang jelas, relief lebih menonjol, serta memungkinkan pengukuran beda tinggi dan lereng secara visual (Lillesand et al., 2020; Utomo & Prakoso, 2021).

Setiap kelompok terdiri dari 3-4 siswa yang saling bekerja sama dalam mengamati dan mengidentifikasi objek-objek pada citra. Siswa terlihat antusias berdiskusi dan bertukar pendapat tentang objek-objek yang mereka amati. Strategi praktik kelompok ini terbukti efektif mengatasi keterbatasan jumlah alat yang tersedia. Siswa dapat bergantian menggunakan stereoskop cermin, menciptakan pembelajaran kolaboratif yang efektif. Temuan ini sejalan dengan penelitian pengabdian di daerah lain, di mana keterbatasan fasilitas laboratorium dan teknologi geospasial dapat diatasi melalui pembelajaran interaktif

berbasis praktik lapangan dan pengenalan alat (Sugrah et al., 2024; Fauzi & Rahayu, 2023).



Gambar 5. Foto bersama tim dosen, guru, dan siswa peserta kegiatan

Gambar 5 merupakan dokumentasi foto bersama antara tim dosen Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Khairun, guru geografi SMA Negeri 5 Kota Ternate, dan seluruh siswa peserta kegiatan. Foto ini menggambarkan suasana kebersamaan dan keberhasilan kegiatan pengabdian yang telah dilaksanakan. Kegiatan ini juga merupakan bentuk implementasi Tridharma Perguruan Tinggi dan kontribusi nyata Universitas Khairun dalam peningkatan kualitas pendidikan di Kota Ternate (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2020).

Hasil evaluasi pemahaman siswa terhadap materi PJ dan SIG disajikan pada Tabel 1. Evaluasi dilakukan melalui observasi langsung dan tanya jawab selama kegiatan berlangsung. Indikator penilaian meliputi pemahaman konsep dasar PJ, konsep dasar SIG, pengoperasian stereoskop cermin, interpretasi objek pada citra tiga dimensi, dan pemahaman proses overlay dan skoring dalam SIG.

**Tabel 1. Hasil Evaluasi Pemahaman Siswa terhadap Materi PJ dan SIG**

| No | Aspek Dinilai                           | yang  | Siswa yang memahami (%) |         | Peningkatan | Kategori       |
|----|-----------------------------------------|-------|-------------------------|---------|-------------|----------------|
|    |                                         |       | Pretest                 | Posttes |             |                |
| 1  | Konsep dasar Penginderaan Jauh          | dasar | 52,6                    | 89,5    | 36,9        | Efektif        |
| 2  | Konsep dasar Sistem Informasi Geografis | dasar | 47,4                    | 84,2    | 36,8        | Efektif        |
| 3  | Pengoperasian stereoskop cermin         |       | 36,8                    | 94,7    | 57,9        | Sangat Efektif |
| 4  | Interpretasi objek pada citra 3D        | pada  | 42,1                    | 89,5    | 47,4        | Efektif        |

|           |                                      |      |      |      |         |
|-----------|--------------------------------------|------|------|------|---------|
| 5         | Proses overlay dan skoring dalam SIG | 31,6 | 78,9 | 47,3 | Efektif |
| Rata-rata |                                      | 42,1 | 87,4 | 45,3 | Efektif |

Sumber: Hasil olah data, 2025

Berdasarkan Tabel 1, aspek yang paling dipahami siswa adalah pengoperasian stereoskop cermin (94,7%), diikuti oleh konsep dasar PJ (89,5%) dan interpretasi objek pada citra 3D (89,5%). Pemahaman tentang proses overlay dan skoring dalam SIG (78,9%) merupakan aspek yang paling rendah, hal ini disebabkan oleh keterbatasan waktu dan kompleksitas materi. Meskipun demikian, secara keseluruhan rata-rata pemahaman siswa mencapai 87,4% yang termasuk dalam kategori baik. Temuan ini sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman dan keterampilan melalui pelatihan serupa dapat mencapai kategori baik, dengan rata-rata peningkatan pemahaman hingga 68,11% (Fauzi & Rahayu, 2023).

**Tabel 2. Hasil Identifikasi Objek pada Citra**

| No.       | Jenis Objek                     | Siswa yang benar (%) |
|-----------|---------------------------------|----------------------|
| 1         | Bangunan (rumah, gedung)        | 94,7                 |
| 2         | Jalan                           | 100                  |
| 3         | Vegetasi (pohon, kebun)         | 89,5                 |
| 4         | Badan air (sungai, danau, laut) | 94,7                 |
| 5         | Lahan perkebunan                | 84,2                 |
| 6         | Pemukiman padat                 | 78,9                 |
| 7         | Jembatan                        | 84,2                 |
| 8         | Lapangan terbuka                | 89,5                 |
| 9         | Perbedaan tinggi/relief         | 73,7                 |
| 10        | Pola aliran sungai              | 78,9                 |
| Rata-rata |                                 | 86,8                 |

Sumber: Hasil Olah Data, 2025

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata siswa mampu mengidentifikasi objek dengan benar sebesar 86,8%. Objek yang paling mudah diidentifikasi adalah jalan (100%), diikuti oleh bangunan (94,7%) dan badan air (94,7%). Objek yang paling sulit diidentifikasi adalah perbedaan tinggi/relief (73,7%), diikuti oleh permukiman padat (78,9%) dan pola aliran sungai (78,9%). Hal ini menunjukkan bahwa siswa lebih mudah mengidentifikasi objek yang memiliki kontras yang jelas pada citra, sedangkan objek yang memerlukan interpretasi lebih mendalam seperti relief dan pola aliran sungai masih menjadi tantangan.

**Tabel 3. Hasil Respon dan antusias siswa terhadap kegiatan**

| No. | Pernyataan                             | Rata-rata Skor | Kategori |
|-----|----------------------------------------|----------------|----------|
| 1   | Materi yang disampaikan mudah dipahami | 3,42           | Setuju   |

|           |                                                                                   |      |               |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|---------------|
| 2         | Kegiatan ini bermanfaat untuk menambah wawasan tentang PJ dan SIG                 | 3,68 | Sangat Setuju |
| 3         | Saya menjadi lebih tertarik dengan bidang geografi setelah mengikuti kegiatan ini | 3,53 | Sangat Setuju |
| 4         | Saya ingin mengikuti kegiatan serupa di masa mendatang                            | 3,74 | Sangat Setuju |
| 5         | Praktik langsung menggunakan stereoskop membantu saya memahami materi             | 3,79 | Sangat Setuju |
| 6         | Alat dan bahan yang digunakan sudah memadai                                       | 2,95 | Setuju        |
| 7         | Waktu pelaksanaan kegiatan sudah cukup                                            | 2,68 | Setuju        |
| 8         | Fasilitator dalam menyampaikan materi sudah baik dan jelas                        | 3,63 | Sangat Setuju |
| 9         | Saya dapat mengidentifikasi objek pada citra setelah praktik langsung             | 3,47 | Setuju        |
| 10        | Saya merekomendasikan kegiatan ini untuk siswa lain                               | 3,58 | Sangat Setuju |
| Rata-rata |                                                                                   | 3,45 | Sangat Setuju |

Sumber: Hasil Olah Data, 2025

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa 89,5% siswa (17 dari 19 siswa) memberikan respons positif (rata-rata skor  $\geq 3,0$ ) dan menyatakan bahwa kegiatan ini bermanfaat. Hanya 10,5% siswa (2 siswa) yang memberikan respons netral (rata-rata skor 2,5-2,9), dan tidak ada siswa yang memberikan respons negatif. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pengenalan PJ dan SIG mendapatkan respons yang sangat baik dari siswa.

## **b. Pembahasan**

### **1) Tingkat Pemahaman Siswa terhadap Konsep PJ dan SIG**

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata pemahaman siswa terhadap materi PJ dan SIG mencapai 87,4% yang termasuk dalam kategori baik. Angka ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fauzi dan Rahayu (2023) yang melaporkan peningkatan pemahaman siswa sebesar 68,11% setelah mengikuti pelatihan serupa. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: (1) jumlah peserta yang lebih kecil (19 siswa) sehingga memungkinkan pendampingan yang lebih intensif, (2) penggunaan alat peraga stereoskop cermin yang memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret, dan (3) metode PAR yang melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran (Kemmis et al., 2020; Sugrah et al., 2024).

Pemahaman siswa terhadap konsep dasar PJ (89,5%) dan SIG (84,2%) menunjukkan bahwa siswa mampu menangkap materi yang disampaikan dengan baik. Hal ini sejalan dengan temuan Widodo dan Hidayat (2023) yang menyatakan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif dan praktik langsung efektif dalam

meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep abstrak dalam geografi. Namun, pemahaman tentang SIG (84,2%) sedikit lebih rendah dibandingkan PJ (89,5%), yang mengindikasikan bahwa konsep SIG yang melibatkan analisis spasial dan pemrosesan data lebih kompleks untuk dipahami oleh siswa tingkat menengah. Hal ini sesuai dengan pendapat Burrough et al. (2019) yang menyatakan bahwa SIG melibatkan pemahaman tentang struktur data spasial dan operasi analitik yang memerlukan tingkat abstraksi yang lebih tinggi.

## **2) Efektivitas Metode Praktik Langsung Menggunakan Stereoskop Cermin**

Keberhasilan siswa dalam mengoperasikan stereoskop cermin (94,7%) dan mengidentifikasi objek pada citra tiga dimensi (89,5%), serta hasil identifikasi jenis objek (86,8%) menunjukkan bahwa metode praktik langsung sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan interpretasi citra siswa. Temuan ini memperkuat penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Utomo dan Prakoso (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan stereoskop sebagai media pembelajaran interpretasi citra efektif dalam membantu siswa memahami objek secara tiga dimensi. Lillesand et al. (2020) juga menegaskan bahwa stereoskop cermin mampu menyajikan model objek yang jelas, relief lebih menonjol, serta memungkinkan pengukuran beda tinggi dan lereng secara visual.

Keberhasilan ini juga dapat dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran konvensional yang hanya menggunakan peta dua dimensi atau citra planar. Menurut Sutanto (2021), pembelajaran interpretasi citra tanpa menggunakan stereoskop seringkali menghasilkan pemahaman yang terbatas karena siswa tidak dapat melihat relief dan perbedaan ketinggian objek secara jelas. Dengan menggunakan stereoskop cermin, siswa dapat mengalami secara langsung bagaimana citra penginderaan jauh dapat memberikan informasi tiga dimensi yang kaya tentang permukaan bumi. Hal ini sejalan dengan prinsip pembelajaran konstruktivisme yang menekankan pentingnya pengalaman langsung dalam membangun pemahaman (Kemmis et al., 2020).

## **3) Respons dan Antusiasme Siswa**

Seluruh peserta menunjukkan partisipasi aktif dan antusiasme tinggi selama kegiatan berlangsung. Hal ini terlihat dari keaktifan siswa dalam bertanya, berdiskusi, dan bergantian menggunakan stereoskop cermin. Antusiasme ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor: (1) kebaruan pengalaman menggunakan stereoskop cermin yang belum pernah mereka alami sebelumnya, (2) relevansi materi dengan kehidupan sehari-hari, dan (3) metode pembelajaran yang interaktif dan partisipatif (Fauzi & Rahayu, 2023; Sugrah et al., 2024).

Antusiasme siswa ini sejalan dengan temuan Alfi et al. (2023) yang melaporkan bahwa siswa menunjukkan minat yang tinggi terhadap materi PJ dan SIG ketika disajikan dengan metode praktik langsung dan contoh aplikasi yang relevan dengan lingkungan sekitar mereka. Hal ini juga mengindikasikan bahwa pengenalan dini teknologi spasial dapat menjadi strategi efektif untuk menumbuhkan minat siswa

terhadap bidang geografi dan ilmu kebumian secara umum (Wijayanti, 2022). Berbeda dengan metode ceramah konvensional yang cenderung pasif, metode PAR dengan pendekatan demonstrasi dan praktik langsung mampu mendorong siswa untuk lebih aktif, partisipatif, dan mandiri dalam belajar (Widodo & Hidayat, 2023).

#### **4) Tantangan dan Solusi Pelaksanaan**

Salah satu tantangan utama yang dihadapi selama kegiatan adalah keterbatasan waktu, yaitu hanya 1,5 jam untuk menyampaikan seluruh materi dan praktikum. Hal ini menyebabkan pemahaman siswa tentang proses overlay dan skoring dalam SIG (78,9%) menjadi aspek yang paling rendah dibandingkan aspek lainnya. Tantangan ini juga dihadapi dalam penelitian sebelumnya oleh Dewi dan Putra (2023) yang menyatakan bahwa keterbatasan waktu seringkali menjadi kendala dalam pelaksanaan praktikum PJ dan SIG di sekolah. Solusi yang diterapkan adalah menyusun materi secara terstruktur dan efisien, serta memfokuskan praktikum pada aspek-aspek paling esensial. Untuk kegiatan selanjutnya, direkomendasikan penambahan waktu menjadi 3-4 jam atau pelaksanaan dalam dua hari agar siswa dapat lebih mendalami materi (Purwanto & Suryani, 2022).

Tantangan lainnya adalah keterbatasan jumlah stereoskop cermin yang tersedia (hanya 2 unit), sehingga siswa harus bergantian menggunakannya. Solusi yang diterapkan adalah pembagian siswa ke dalam 6 kelompok kecil (masing-masing 3-4 siswa) dan rotasi penggunaan alat secara bergiliran. Strategi ini terbukti efektif dan bahkan menciptakan pembelajaran kolaboratif yang bermanfaat (Sugrah et al., 2024). Hal ini sejalan dengan penelitian Aisyah et al. (2023) yang menyatakan bahwa keterbatasan alat dapat diatasi melalui pendekatan kelompok dan rotasi, yang justru dapat meningkatkan interaksi dan diskusi antar siswa.

Meskipun menghadapi berbagai keterbatasan, kegiatan ini berhasil mencapai tujuannya. Keberhasilan ini juga memperkuat argumentasi bahwa pengabdian masyarakat yang menggabungkan pemetaan lokal dan teknologi geospasial sederhana mampu memberikan kontribusi nyata terhadap penguatan pendidikan geografi di sekolah (Fauzi & Rahayu, 2023; Alfi et al., 2023). Kolaborasi antara perguruan tinggi dan sekolah dalam kegiatan ini terbukti mampu memperkuat literasi geospasial, sebuah temuan yang konsisten dengan penelitian di lokasi lain yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam kompetensi analisis spasial dan pemecahan masalah geospasial melalui program serupa (Susilo & Purnomo, 2023; Wijayanti, 2022).

Perbandingan dengan penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa kegiatan ini memiliki keunggulan dalam hal penggunaan stereoskop cermin yang jarang digunakan dalam pembelajaran di sekolah-sekolah di Indonesia. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih fokus pada penggunaan perangkat lunak SIG berbasis komputer (Widodo & Hidayat, 2023; Fadli & Hasanah, 2022), sementara kegiatan ini menggabungkan pendekatan analog (stereoskop cermin) dan konsep digital (overlay dan skoring). Pendekatan analog ini sangat bermanfaat untuk pengenalan awal karena lebih mudah dipahami dan tidak

memerlukan infrastruktur teknologi yang mahal (Utomo & Prakoso, 2021).

## 6. KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan pertanyaan yang telah ditetapkan, maka kesimpulan dari kegiatan pengabdian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Tingkat pemahaman siswa SMA Negeri 5 Kota Ternate terhadap konsep dasar Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis setelah mengikuti program pengenalan menunjukkan kategori baik dengan rata-rata 87,4%. Aspek yang paling dipahami adalah pengoperasian stereoskop cermin (94,7%), sedangkan aspek yang paling rendah adalah proses overlay dan skoring dalam SIG (78,9%) yang memerlukan waktu lebih lama untuk pemahaman yang mendalam.
- 2) Metode praktik langsung menggunakan stereoskop cermin terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan interpretasi citra siswa, yang ditunjukkan oleh tingginya persentase siswa yang mampu mengoperasikan stereoskop (94,7%) dan mengidentifikasi objek pada citra tiga dimensi (89,5%). Metode ini lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional yang hanya menggunakan peta dua dimensi atau citra planar.
- 3) Respons dan antusiasme siswa terhadap kegiatan pengenalan PJ dan SIG sangat tinggi. Seluruh peserta menunjukkan partisipasi aktif, keaktifan dalam bertanya dan berdiskusi, serta antusiasme dalam praktik interpretasi citra. Hal ini mengindikasikan bahwa pengenalan dini teknologi spasial dengan metode praktik langsung dapat menjadi strategi efektif untuk menumbuhkan minat siswa terhadap bidang geografi.
- 4) Tantangan utama pelaksanaan adalah keterbatasan waktu (1,5 jam) dan keterbatasan jumlah stereoskop cermin (2 unit). Solusi yang diterapkan adalah penyusunan materi yang terstruktur dan efisien, pembagian kelompok kecil, serta rotasi penggunaan alat. Untuk kegiatan selanjutnya, direkomendasikan penambahan waktu menjadi 3-4 jam dan penambahan jumlah alat peraga.

Implikasi dari kegiatan ini adalah perlunya pengembangan program serupa secara berkelanjutan serta integrasi materi PJ dan SIG ke dalam kurikulum geografi di tingkat sekolah menengah. Kerja sama antara perguruan tinggi dan sekolah melalui program pengabdian rutin dapat menjadi model yang efektif untuk meningkatkan kualitas pendidikan geografi di Indonesia. Kegiatan ini juga merekomendasikan perlunya penambahan alat peraga stereoskop dan citra penginderaan jauh di sekolah-sekolah, serta pelatihan lanjutan bagi guru geografi dalam penggunaan teknologi spasial untuk pembelajaran.

Berdasarkan hasil dan pembahasan kegiatan pengabdian ini, beberapa **saran dan rekomendasi** untuk penelitian dan kegiatan di masa depan antara lain sebagai berikut. *Pertama*, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan dengan desain kuasi-eksperimental yang melibatkan kelompok kontrol untuk mengukur secara lebih akurat efektivitas metode praktik langsung dibandingkan dengan metode konvensional dalam meningkatkan literasi spasial siswa. *Kedua*, pengembangan modul ajar PJ dan SIG yang terintegrasi dengan kurikulum geografi SMA dan disesuaikan dengan konteks lokal sangat direkomendasikan untuk memastikan keberlanjutan program. *Ketiga*, pelatihan dan pendampingan bagi guru geografi dalam penggunaan

stereoskop dan teknologi spasial lainnya perlu dilakukan secara berkelanjutan, tidak hanya sebagai program satu kali, tetapi sebagai bagian dari program pengembangan profesional guru yang terstruktur. *Keempat*, penelitian longitudinal diperlukan untuk meneliti dampak jangka panjang pengenalan dini teknologi spasial terhadap minat siswa dalam melanjutkan studi di bidang geografi dan ilmu kebumih. *Kelima*, kolaborasi antara perguruan tinggi, pemerintah daerah, dan sekolah perlu diperkuat melalui program-program pengabdian yang terencana dan berkelanjutan, termasuk penyediaan alat peraga dan pengembangan laboratorium geografi di sekolah-sekolah menengah. *Keenam*, penelitian komparatif antara penggunaan stereoskop cermin dengan teknologi realitas virtual (VR) dan augmented reality (AR) dalam pembelajaran interpretasi citra dapat menjadi arah penelitian yang menjanjikan di era digital. *Terakhir*, pengembangan platform pembelajaran daring yang memadukan materi PJ dan SIG dengan konten interaktif berbasis problem-based learning dapat menjadi alternatif solusi untuk mengatasi keterbatasan alat dan waktu di sekolah-sekolah.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S. N., Kurniawan, R., & Rahmat, M. F. (2023). Evaluasi Program Pengabdian Masyarakat Berbasis Teknologi Geospasial Di Sekolah Menengah. *Jurnal Abdimas*, 10(2), 112-125.
- Alfi, M. I., Putra, R. R., & Wibowo, D. S. (2023). Pelatihan Dasar Sig Dan Penginderaan Jauh Untuk Peningkatan Kompetensi Guru Geografi Di Kabupaten Malang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Geografi*, 5(2), 78-89.
- Burrough, P. A., Mcdonnell, R. A., & Lloyd, C. D. (2019). *Principles Of Geographical Information Systems* (3rd Ed.). Oxford University Press.
- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2021). *Introduction To Remote Sensing* (5th Ed.). The Guilford Press.
- Dewi, K. L. S., & Putra, I. G. N. S. P. (2023). Pengembangan Modul Praktikum Penginderaan Jauh Berbasis Project-Based Learning Untuk Siswa Sma. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 8(1), 23-35.
- Fadli, M. A., & Hasanah, N. F. (2022). Pemanfaatan Citra Satelit Dan Sig Untuk Pembelajaran Geografi Di Sma. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 10(4), 567- 578.
- Fauzi, A., & Rahayu, S. (2023). Peningkatan Literasi Geospasial Siswa Melalui Pelatihan Penginderaan Jauh Dan Sig Berbasis Praktik Lapangan. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 27(1), 45-58.
- Hasanah, N., Putri, R. S., & Mulyadi, A. (2023). Pembelajaran Geografi Berbasis Kontekstual Untuk Meningkatkan Literasi Spasial Siswa Di Wilayah Pesisir. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 28(2), 134-148.
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2020). *The Action Research Planner: Doing Critical Participatory Action Research*. Springer.
- Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan. (2020). *Indikator Kinerja Utama (Iku) Perguruan Tinggi Negeri Tahun 2020*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Kusumaningrum, D. E., Wulandari, T., & Santoso, B. (2023). Participatory Action Research Dalam Pengabdian Masyarakat: Model Dan

- Implementasinya Di Bidang Pendidikan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 11(3), 201-215.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2020). *Remote Sensing And Image Interpretation* (7th Ed.). John Wiley & Sons.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2022). *Geographic Information Science And Systems* (4th Ed.). John Wiley & Sons.
- Mason, K. (2020). Participatory Action Research: Coproduction, Governance And Care. *Geography Compass*, 9(9), 497-507.
- National Research Council. (2021). *Learning To Think Spatially: Gis As A Support System In The K-12 Curriculum*. National Academies Press.
- Purwanto, B. S., & Suryani, H. S. (2022). Analisis Kebutuhan Pengembangan Modul Praktikum Penginderaan Jauh Berbasis Teknologi Di Sma. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 12(3), 201-213.
- Putri, A. N., & Lestari, S. R. (2023). Integrasi Teknologi Geospasial Dalam Kurikulum Geografi Sma: Tantangan Dan Peluang. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 15(1), 56-70.
- Rahmawati, F., & Fitriani, N. (2022). Efektivitas Media Konkret Versus Media Digital Dalam Pembelajaran Geografi Di Sma. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 19(2), 89-103.
- Sugrah, N., Khadijah, K., Rakhman, K. A., Mustafa, L. K., & Saman, D. (2024). Pelatihan Keterampilan Dasar Laboratorium Kimia Untuk Siswa Sma Negeri 5 Kota Ternate. *Gervasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(2), 425-436.
- Suryanto, H., & Wahyuni, E. (2021). Pelatihan Guru Geografi Dalam Pemanfaatan Teknologi Sig Untuk Pembelajaran Berbasis Proyek. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 6(3), 45-58.
- Susilo, H. W., & Purnomo, D. A. (2023). Peningkatan Kompetensi Guru Geografi Dalam Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Sig Melalui Pelatihan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 4(1), 34-47.
- Sutanto, R. (2021). *Penginderaan Jauh: Teori Dan Aplikasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Utami, R. P., & Handoyo, B. (2022). Pembelajaran Geografi Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Geografi Dan Pembelajaran*, 12(1), 78-92.
- Utomo, T. W., & Prakoso, L. H. (2021). Penggunaan Stereoskop Sebagai Media Pembelajaran Interpretasi Citra Pada Mata Pelajaran Geografi. *Jurnal Teknodik*, 24(1), 45-57.
- Widodo, A., & Hidayat, R. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Geografi Berbasis Sig Untuk Meningkatkan Kemampuan Analisis Spasial Siswa Sma. *Jurnal Geografi*, 18(2), 112-124.
- Wijayanti, R. (2022). Literasi Spasial Dalam Pembelajaran Geografi: Tantangan Dan Solusi Di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Geografi Dan Pendidikan*, 15(2), 89-102.