

INTEGRASI AVENZA MAPS SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN LAPANGAN UNTUK PENGUATAN KECERDASAN SPASIAL DAN LITERASI GEOSPASIAL MAHASISWA JURUSAN ILMU LINGKUNGAN FAKULTAS KEHUTANAN DAN ILMU LINGKUNGAN UNIVERSITAS HALU OLEO

Surya Cipta Ramadhan Kete¹
Abdul Manan²
Umar Ode Hasani³
Dewi Fitriani⁴
Lies Indriyani⁵
Safril Kasim⁶
Sahindomi Bana⁷
Isabela⁸
La Ode Muhamad Erif⁹

^{1,2,5,6,9}Jurusan Ilmu Lingkungan Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan Universitas Halu Oleo

^{3,4,7}Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan Universitas Halu Oleo

⁸Badan Riset dan Inovasi Daerah Provinsi Sulawesi Tenggara

ARTICLE INFO

Article history:

Received : 01 Oktober 2025

Revised : 21 Oktober 2025

Accepted : 30 Oktober 2025

Key words:

Avenza map, experiential learning,
Kecerdasan Spasial, Literasi
geospasial

DOI: 10.62335

ABSTRACT

The Training on Strengthening Spatial Intelligence and Geospatial Literacy Based on Avenza Maps was conducted to enhance the ability of students from the Department of Environmental Science, Faculty of Forestry and Environmental Science (FHIL), Halu Oleo University (UHO), in understanding and managing spatial data. The activity employed a participatory and experiential learning approach that integrates theory with field practice. Students were trained to use Avenza Maps for mapping, navigation, and creating digital thematic maps. The results showed improvements in students' understanding of spatial concepts, technical skills, and positive attitudes toward the use of geospatial technology. The training proved effective in strengthening geospatial literacy, fostering environmental awareness, and supporting the enhancement of academic capacity based on spatial technology in higher education.

ABSTRAK

Pelatihan Penguatan Kecerdasan Spasial dan Literasi Geospasial Berbasis Avenza Maps dilaksanakan untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa Jurusan Ilmu Lingkungan Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan (FHIL) Universitas Halu Oleo (UHO) dalam memahami dan mengelola data spasial. Kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif dan experiential learning yang menggabungkan teori dan praktik lapangan. Mahasiswa dilatih menggunakan Avenza Maps untuk pemetaan, navigasi, dan pembuatan peta tematik digital.

¹ Corresponding author: ketesurya@gmail.com or suryaciptaramadhan@uho.ac.id

Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman konsep spasial, keterampilan teknis, serta sikap positif terhadap penggunaan teknologi geospasial dan terbukti efektif dalam memperkuat literasi geospasial, kesadaran lingkungan, serta mendukung penguatan kapasitas akademik berbasis teknologi spasial di perguruan tinggi.

PENDAHULUAN

Dewasa ini, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang kehidupan manusia, termasuk dalam cara memahami, menganalisis, dan mengelola ruang di permukaan bumi. Salah satu aspek penting dari kemajuan tersebut adalah berkembangnya teknologi geospasial, yang menjadi fondasi utama dalam kegiatan pemetaan, analisis lingkungan, dan pengambilan keputusan berbasis lokasi. Teknologi geospasial mencakup berbagai sistem seperti *Global Positioning System* (GPS), *Geographic Information System* (GIS), dan penginderaan jauh yang kini telah terintegrasi dalam perangkat digital portabel. Menurut Goodchild (2020), kemajuan teknologi ini memungkinkan masyarakat untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data spasial secara lebih cepat, akurat, dan efisien, sehingga meningkatkan kemampuan dalam memahami dinamika lingkungan secara menyeluruh.

Dalam konteks pendidikan tinggi, khususnya pada bidang ilmu lingkungan, kemampuan untuk memahami dan mengelola data spasial menjadi kompetensi yang sangat penting. Literasi geospasial tidak hanya berfungsi sebagai keterampilan teknis, tetapi juga merupakan bentuk kecerdasan kognitif yang memungkinkan mahasiswa berpikir secara sistemik tentang hubungan antarobjek di ruang dan waktu. Jo dan Hong (2022) menjelaskan bahwa literasi geospasial merupakan kemampuan untuk mengidentifikasi pola spasial, menafsirkan data peta, dan menggunakan informasi geografis untuk menyelesaikan permasalahan lingkungan yang kompleks. Di era digital ini, kemampuan tersebut menjadi bagian integral dari kecakapan abad ke-21 yang harus dimiliki oleh mahasiswa, terutama di bidang ilmu lingkungan yang menuntut analisis berbasis data spasial dan geografis.

Namun, hasil observasi awal di Jurusan Ilmu Lingkungan FHIL UHO menunjukkan bahwa tingkat pemahaman mahasiswa terhadap konsep spasial dan literasi geospasial masih tergolong rendah. Sebagian besar mahasiswa hanya memahami peta sebagai alat visualisasi lokasi tanpa memahami fungsi analitisnya. Mereka belum mampu mengaitkan konsep ruang, arah, dan skala dengan fenomena lingkungan nyata. Berdasarkan hasil wawancara informal dengan dosen pengampu mata kuliah Sistem Informasi Geografis (SIG), diketahui bahwa sebagian mahasiswa kesulitan menggunakan perangkat lunak GIS, terutama pada tahap interpretasi data spasial. Kegiatan praktikum pun sebagian besar masih dilakukan secara manual dengan keterbatasan alat dan waktu, sehingga kurang optimal dalam meningkatkan pemahaman konseptual maupun keterampilan teknis.

Rendahnya literasi geospasial mahasiswa tersebut berdampak langsung terhadap kemampuan analisis lingkungan dan pengambilan keputusan berbasis ruang. Dalam konteks pendidikan lingkungan, hal ini menjadi permasalahan serius karena pemahaman spasial merupakan dasar dalam menganalisis berbagai fenomena, seperti perubahan penggunaan lahan, degradasi vegetasi, banjir, atau distribusi pencemaran. Menurut Demirci et al. (2021), mahasiswa dengan literasi spasial rendah cenderung memiliki keterbatasan dalam menafsirkan data geospasial dan menghubungkannya dengan proses lingkungan di dunia nyata. Oleh karena itu, perlu adanya intervensi pembelajaran yang mampu menjembatani teori dan praktik melalui penggunaan teknologi yang mudah diakses dan kontekstual.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah dengan mengintegrasikan teknologi berbasis mobile GIS dalam kegiatan pembelajaran lapangan. Salah satu aplikasi yang populer dan mudah digunakan adalah Avenza Maps, sebuah perangkat lunak pemetaan berbasis mobile GIS yang memungkinkan pengguna menampilkan, menandai, dan menganalisis data spasial secara offline menggunakan peta digital (GeoPDF atau GeoTIFF) (Avenza Systems Inc., 2024). Avenza Maps memiliki keunggulan dalam mendukung kegiatan lapangan karena dapat digunakan tanpa koneksi internet dan memiliki antarmuka yang intuitif bagi pemula. Penelitian oleh Pratiwi dan Kurniawan (2023) menunjukkan bahwa penggunaan Avenza Maps dalam pembelajaran geografi lapangan meningkatkan efektivitas kegiatan observasi spasial dan membantu mahasiswa memahami keterkaitan antarobjek di ruang secara lebih konkret.

Kegiatan Pelatihan Penguatan Kecerdasan Spasial dan Literasi Geospasial Berbasis Avenza Maps ini dilaksanakan sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat dalam lingkup pendidikan tinggi. Program ini dirancang untuk memberikan pelatihan teknis sekaligus membangun pemahaman konseptual mahasiswa terhadap prinsip-prinsip spasial melalui pengalaman langsung (*experiential learning*). Pendekatan ini menempatkan mahasiswa sebagai peserta aktif dalam proses pembelajaran, di mana mereka belajar melalui pengamatan, interaksi, dan refleksi terhadap fenomena nyata di lapangan. Kolb (2021) menegaskan bahwa *experiential learning* efektif untuk membangun pemahaman konseptual karena melibatkan proses kognitif, afektif, dan psikomotorik secara simultan.

Lokasi pelaksanaan kegiatan pengabdian ini berada di lingkungan Kampus Universitas Halu Oleo, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, khususnya di area Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan yang memiliki kondisi ekologis beragam seperti taman kampus, area vegetasi alami, dan ruang terbuka hijau. Lokasi ini dipilih karena representatif untuk praktik pemetaan lapangan dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran mahasiswa Ilmu Lingkungan. Menurut Mulyadi et al. (2022), keberhasilan kegiatan pembelajaran lapangan ditentukan oleh keterpaduan antara konteks lokasi, alat yang digunakan, dan keterlibatan peserta. Oleh karena itu, pemilihan lokasi kampus sebagai laboratorium terbuka menjadi langkah strategis untuk mengintegrasikan kegiatan pengabdian dan pembelajaran.

Pentingnya pelaksanaan kegiatan pengabdian ini tidak hanya terletak pada peningkatan kompetensi mahasiswa, tetapi juga pada kontribusinya terhadap pembangunan kapasitas akademik berbasis teknologi di perguruan tinggi. Kegiatan ini mendukung implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya pada aspek pengabdian kepada masyarakat dan peningkatan mutu pendidikan. Selain itu, kegiatan ini sejalan dengan agenda global Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*), terutama tujuan ke-4 (pendidikan berkualitas). Dengan memperkuat literasi geospasial, mahasiswa tidak hanya memiliki kemampuan analitis yang lebih baik, tetapi juga kesadaran ekologis yang mendukung pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan.

Secara teoretis, kegiatan ini didukung oleh beberapa konsep utama. Pertama, konsep kecerdasan spasial, yaitu kemampuan individu dalam memahami dan memanipulasi objek dalam ruang tiga dimensi (Gardner, 2011). Kedua, konsep literasi geospasial, yang mencakup kemampuan memahami representasi spasial, menggunakan alat pemetaan, dan menafsirkan hubungan antarobjek geografis (National Research Council, 2018). Ketiga, teori pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) dari Kolb (1984) yang menjelaskan bahwa pembelajaran efektif terjadi ketika peserta mengalami langsung proses observasi, refleksi, konseptualisasi, dan penerapan. Ketiga konsep ini menjadi landasan ilmiah dalam merancang kegiatan pelatihan Avenza Maps untuk mahasiswa.

Tujuan utama kegiatan pengabdian ini adalah untuk meningkatkan kecerdasan spasial dan literasi geospasial mahasiswa melalui pelatihan berbasis teknologi Avenza Maps. Secara khusus, kegiatan ini bertujuan untuk: (1) memperkenalkan konsep spasial dan literasi geospasial secara aplikatif; (2) melatih mahasiswa menggunakan Avenza Maps untuk

pemetaan lapangan; dan (3) menumbuhkan sikap positif terhadap pembelajaran berbasis teknologi. Adapun manfaat kegiatan ini meliputi: peningkatan kemampuan mahasiswa dalam pengumpulan dan analisis data spasial, penguatan keterampilan praktis di bidang pemetaan lingkungan, serta kontribusi terhadap pengembangan metode pembelajaran inovatif berbasis mobile GIS.

Melalui pelatihan ini, diharapkan mahasiswa Jurusan Ilmu Lingkungan FHIL UHO mampu menjadi generasi yang cakap spasial, melek teknologi, dan berdaya saing global. Selain itu, kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model pembelajaran berkelanjutan di lingkungan kampus dan memperluas kontribusi perguruan tinggi dalam peningkatan literasi geospasial masyarakat luar

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan tujuan utama meningkatkan kecerdasan spasial dan literasi geospasial mahasiswa Jurusan Ilmu Lingkungan FHIL UHO melalui pelatihan berbasis teknologi Avenza Maps. Metode pelaksanaan disusun secara sistematis agar mampu mengintegrasikan aspek teoritis dan praktis dalam proses pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*).

Waktu dan Lokasi Pelaksanan

Kegiatan dilaksanakan pada bulan Oktober 2025, dengan lokasi utama di Ruang Kuliah Jurusan Ilmu Lingkungan dan area lapangan kampus Universitas Halu Oleo, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa kawasan kampus memiliki keragaman vegetasi, ruang terbuka hijau, serta kondisi drainase yang representatif untuk praktik pemetaan lingkungan. Menurut Mulyadi et al. (2022), keberhasilan kegiatan lapangan ditentukan oleh kesesuaian antara konteks lokasi, metode pengajaran, dan tingkat partisipasi peserta.

Pendekatan Pelaksanaan

Kegiatan ini menggunakan pendekatan partisipatif, edukatif, dan demonstratif untuk memastikan transfer pengetahuan berlangsung efektif dan berkelanjutan. Pendekatan partisipatif diterapkan dengan melibatkan mahasiswa secara langsung dalam pengambilan keputusan, diskusi, serta pelaksanaan kegiatan lapangan. Pendekatan edukatif menekankan pada pemberian materi konseptual yang dikaitkan dengan aplikasi nyata melalui studi kasus lokal. Pendekatan demonstratif digunakan untuk memperlihatkan secara langsung proses penggunaan Avenza Maps di lapangan, sehingga peserta dapat memahami fungsi dan langkah kerja aplikasi secara praktis.

Tahapan Kegiatan

Tahapan kegiatan pelatihan dilaksanakan secara sistematis dalam empat tahap utama, yaitu persiapan, pelaksanaan pelatihan teori, praktik lapangan, serta evaluasi dan pendampingan. Setiap tahap dirancang untuk membangun pemahaman bertahap mulai dari teori hingga penerapan praktis.

a. Tahap Persiapan

Tahap ini meliputi kegiatan koordinasi internal dan teknis antara tim pelaksana dengan pihak jurusan dan fakultas. Pada tahap ini disusun modul pelatihan Avenza Maps yang berisi panduan teknis penggunaan aplikasi, materi konsep dasar spasial, serta contoh studi kasus berbasis lingkungan lokal. Selain itu, dilakukan instalasi dan pengujian aplikasi Avenza Maps pada perangkat peserta untuk memastikan kesiapan teknis sebelum kegiatan dimulai. Tahap ini juga mencakup pelaksanaan pre-test untuk mengukur tingkat awal

pemahaman mahasiswa terkait konsep spasial, literasi geospasial, dan penggunaan teknologi pemetaan digital.

b. Tahap Pelatihan Teori

Tahapan ini dilaksanakan dalam bentuk kelas teori (*indoor training*) yang bertujuan memberikan dasar konseptual sebelum praktik lapangan. Materi pelatihan meliputi: (1) Konsep dasar spasial, termasuk pemahaman tentang ruang, arah, jarak, dan skala peta.; (2) Pengantar literasi geospasial, mencakup pemahaman data spasial, peta digital, dan peran geospasial dalam analisis lingkungan; (3) Pengenalan Avenza Maps, termasuk fitur utama seperti *map import*, *waypoint recording*, *track log*, *attribute data entry*, dan *export data*.

Dalam sesi ini, peserta juga diberikan contoh kasus pemetaan berbasis data lokal untuk memperkuat hubungan antara teori dan konteks lingkungan sekitar. Pendekatan ini selaras dengan temuan Jo dan Hong (2022) bahwa pembelajaran geospasial yang memadukan teori dan praktik meningkatkan kemampuan berpikir spasial mahasiswa secara signifikan.

c. Tahap Praktik Lapangan

Pada tahap ini, peserta menerapkan langsung materi yang telah dipelajari melalui outdoor training di area kampus Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan. Kegiatan praktik mencakup penentuan titik koordinat (*waypoint*), perekaman jalur (*track log*), pengambilan data spasial (seperti jenis vegetasi dan tutupan lahan), serta pembuatan peta tematik digital. Peserta bekerja secara berkelompok untuk mengamati dan mencatat elemen-elemen lingkungan menggunakan Avenza Maps secara offline. Hasil observasi kemudian diolah menjadi peta tematik dengan format GeoPDF atau GeoTIFF. Pendekatan ini sesuai dengan Demirci et al. (2021) yang menegaskan bahwa penggunaan mobile GIS dalam pembelajaran lapangan mampu memperkuat keterampilan spasial sekaligus meningkatkan akurasi observasi lingkungan.

d. Tahap Evaluasi dan Pendampingan

Tahap evaluasi dilakukan dengan menilai peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta melalui perbandingan hasil pre-test dan post-test, serta peninjauan kualitas peta tematik yang dihasilkan mahasiswa. Aspek yang dinilai meliputi ketepatan spasial, kerapian visualisasi, dan kemampuan interpretasi data geospasial. Setelah evaluasi, dilakukan pendampingan lanjutan oleh tim dosen pengabdian masyarakat agar mahasiswa dapat mengaplikasikan Avenza Maps dalam tugas akhir, penelitian, atau kegiatan akademik lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pelatihan Penguatan Kecerdasan Spasial dan Literasi Geospasial Berbasis Avenza Maps menghasilkan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan konseptual dan keterampilan teknis mahasiswa Jurusan Ilmu Lingkungan Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan Universitas Halu Oleo. Sebelum pelatihan dilaksanakan, sebagian besar mahasiswa memahami konsep peta hanya secara teoretis tanpa keterampilan teknis dalam pemetaan digital. Melalui pelatihan ini, mahasiswa mulai memahami keterkaitan antara teori spasial dan penerapan teknologi dalam menganalisis fenomena lingkungan.

Setelah mengikuti pelatihan, mahasiswa menunjukkan peningkatan nyata dalam memahami konsep spasial dan mengoperasikan aplikasi Avenza Maps. Mereka mampu menentukan titik koordinat, merekam jalur, membuat peta tematik sederhana, serta menafsirkan hubungan spasial antarobjek lingkungan. Hasil ini menggambarkan pergeseran

paradigma pembelajaran dari pasif ke aktif, di mana mahasiswa tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga produsen data spasial yang dapat digunakan dalam analisis lingkungan.



Gambar 1. Proses Penyampaian Materi terkait Literasi Geospasial

Selain peningkatan keterampilan teknis, pelatihan ini juga memberikan perubahan mendasar dalam cara berpikir mahasiswa terhadap peta dan data geospasial. Sebelumnya, peta dipandang sebagai alat statis untuk menggambarkan lokasi, namun kini mahasiswa memahami bahwa peta merupakan representasi dinamis dari data lingkungan yang berfungsi untuk analisis, interpretasi, dan pengambilan keputusan berbasis spasial. Perubahan persepsi ini memperkuat temuan Demirci et al. (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan teknologi mobile GIS mampu meningkatkan kemampuan spasial melalui visualisasi dan interaksi langsung dengan data spasial di lapangan.

Kegiatan praktik lapangan menjadi bagian penting dari keberhasilan pelatihan ini. Mahasiswa melakukan pemetaan di area kampus Universitas Halu Oleo, termasuk taman kampus, dan ruang terbuka hijau. Proses ini memperlihatkan kemampuan mahasiswa dalam melakukan pengambilan data lapangan, pengolahan informasi spasial, serta penyajian hasil dalam bentuk peta digital dengan tingkat akurasi yang baik. Hasil pengabdian ini juga sejalan dengan pandangan Jo dan Hong (2022) yang menegaskan bahwa literasi geospasial merupakan keterampilan penting bagi mahasiswa abad ke-21 dalam memahami isu-isu lingkungan global seperti perubahan iklim, degradasi lahan, dan perencanaan ruang berkelanjutan. Melalui kegiatan ini, mahasiswa tidak hanya memperoleh keterampilan teknis, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir spasial yang lebih analitis dan reflektif.

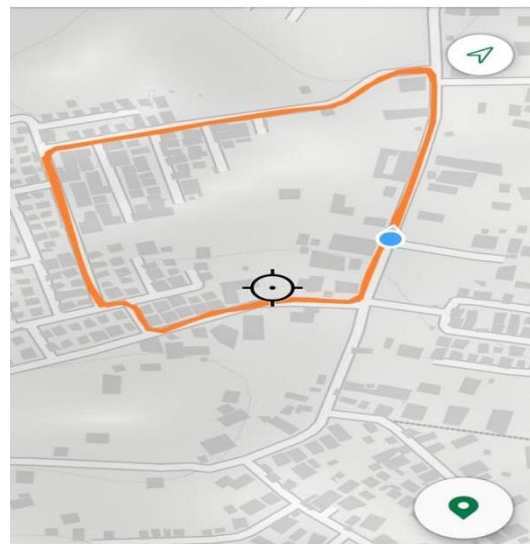
Dari sisi afektif, pelatihan ini berdampak signifikan terhadap sikap dan motivasi belajar mahasiswa. Peserta menunjukkan antusiasme tinggi dalam mengikuti setiap sesi pelatihan dan aktif berpartisipasi dalam diskusi reflektif. Mahasiswa merasa lebih percaya diri dalam menggunakan teknologi geospasial dan menyadari pentingnya pemahaman spasial dalam studi lingkungan. Pelatihan ini juga melahirkan Kelompok Belajar Geospasial Mahasiswa, yang berfungsi sebagai wadah kolaborasi dan pengembangan proyek pemetaan lingkungan di tingkat fakultas.



Gambar 2. Antusias Mahasiswa Tinggi dalam Praktek Lapangan



Gambar 3a. Salah satu Mahasiswa melakukan pemetaan



Gambar 3b. Hasil Pemetaan

Hasil kegiatan ini memperkuat prinsip Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (Education for Sustainable Development) melalui integrasi literasi digital, pemahaman spasial, dan kesadaran ekologis. Peningkatan kecerdasan spasial mahasiswa menunjukkan kontribusi nyata pendidikan tinggi dalam membentuk sumber daya manusia yang adaptif terhadap teknologi dan berorientasi pada keberlanjutan lingkungan. Kegiatan ini berdampak pada aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik, yang menguatkan keterkaitan antara teori, praktik, dan refleksi dalam pembelajaran geospasial. Pelatihan berbasis Avenza Maps terbukti tidak hanya meningkatkan kemampuan pemetaan, tetapi juga menumbuhkan sikap ilmiah dan kepedulian ekologis. Dengan demikian, kegiatan ini berpotensi menjadi model implementatif pembelajaran berbasis teknologi spasial di perguruan tinggi lain

SIMPULAN

Pelatihan Penguatan Kecerdasan Spasial dan Literasi Geospasial Berbasis Avenza Maps berdampak positif terhadap peningkatan kemampuan konseptual, teknis, dan kesadaran spasial mahasiswa. Kegiatan ini memperkuat integrasi antara teori dan praktik pemetaan

lingkungan, serta menumbuhkan minat belajar berbasis teknologi geospasial. Implikasinya, pelatihan ini berpotensi menjadi model pembelajaran inovatif di Jurusan Ilmu Lingkungan FHIL UHO dan mendukung pengembangan kebijakan pendidikan berbasis teknologi spasial. Disarankan agar kegiatan serupa diintegrasikan dalam kurikulum dan dikembangkan melalui kolaborasi riset, pengabdian, serta pembentukan komunitas belajar geospasial yang berkelanjutan di lingkungan fakultas dan universitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Avenza Systems Inc. (2024). *Avenza Maps User Guide*. Toronto: Avenza Systems Inc. Retrieved from <https://www.avenza.com>
- Demirci, A., Büyükkarci, A., & Yildirim, F. (2021). The role of geospatial literacy in geography education: A framework for developing spatial thinking. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 30(2), 167–185. <https://doi.org/10.1080/10382046.2020.1730092>
- Gardner, H. (2011). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences* (3rd ed.). New York: Basic Books.
- Goodchild, M. F. (2020). The coming of age of geographic information science. *Journal of Spatial Information Science*, 20, 1–8. <https://doi.org/10.5311/JOSIS.2020.20.662>
- Jo, I., & Hong, J. E. (2022). Developing geospatial literacy in higher education: Spatial thinking and GIS-based learning approaches. *Journal of Geography in Higher Education*, 46(3), 385–404. <https://doi.org/10.1080/03098265.2021.2004578>
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2021). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, 20(3), 252–275. <https://doi.org/10.5465/amle.2019.0244>
- Mulyadi, A., Rahman, R., & Yusuf, H. (2022). Integrating field-based environmental education and spatial learning: A campus as an open laboratory approach. *Environmental Education Research*, 28(6), 823–839. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.2000541>
- National Research Council. (2018). *Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K–12 Curriculum*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11019>
- Pratiwi, D., & Kurniawan, R. (2023). Enhancing spatial literacy through mobile GIS: The use of Avenza Maps in field-based geography learning. *Geojournal of Education and Environment*, 9(1), 45–58. <https://doi.org/10.26877/geoeed.v9i1.12590>