



Penguatan Kapasitas Pedagogi Guru Geografi Menggunakan Virtual Mikroskop Optik Mineralogi Berbasis STEM

Bigharta Bekti Susetyo^{*)1}, Dipo Caesario¹, Zaky Farid Luthfi², Helfia Edial¹

¹Pendidikan Geografi/ Geografi/ Fakultas Ilmu Sosial/ Universitas Negeri Padang

²Pendidikan Kewarganegaraan / Ilmu Sosial Politik/ Fakultas Ilmu Sosial/Universitas Negeri Padang

^{*)} Corresponding author, ✉ bighartabekti@fis.unp.ac.id

Revisi 28/08/2025;
Diterima 09/09/2025;
Publish 15/09/2025

Kata kunci: Pedagogi, Geografi, Virtual Mikroskop, STEM

Abstrak

Peran teknologi dalam pembelajaran tidak dapat dipisahkan. Hal tersebut semakin terasa saat terjadi pandemi Covid-19. Pada sisi yang lain, guru memiliki keharusan untuk menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi dalam pembelajaran, tidak terkecuali dalam pembelajaran geografi. Materi litosfer butuh berbantuan teknologi, karena materi yang penting namun terbatas dalam media/labor di sekolah. Aplikasi virtual mikroskop dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk pembelajaran kontekstual, mudah, murah dan efektif. Metode Pengabdian dilakukan dengan pelatihan kompetensi pedagogi berbasis partisipatif. Hasil kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa peningkatan penguasaan media virtual mikroskop oleh guru MGMP geografi Kota Padang Panjang sangat meningkat hampir 95%. Hal tersebut dibuktikan dengan penguasaan materi, fitur media, pengembangan skenario pembelajaran berbasis STEM.



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2025 by author (s)

PENDAHULUAN

Analisis Situasi

Guru pada masa post pandemi Covid-19 dihadapkan untuk terus berkreasi dalam pembelajaran. Beberapa catatan penting dilapangan adalah, elaborasi pembelajaran dengan pendekatan teknologi terus menjadi harapan untuk menyalahi kendala waktu atau tempat dalam belajar. Hal tersebut terkait pembelajaran *synchronous* maupun *asynchronous*, yang memanfaatkan LMS maupun media lain yang mudah, murah dan aksesibel (Careaga-Butter et al., 2020; Herodotou et al., 2020; Mao et al., 2019). Pada sisi yang lain, peserta didik butuh pembelajaran dengan media kontekstual namun kendala (waktu maupun tempat) dalam mengaksesnya. Seperti, pembelajaran geografi tentang litosfer, namun terkendala alat

laboratorium atau belum bisa mengakses tempat untuk studi lapangan. Melalui pembelajaran *Virtual Microscope* berbasis STEM, kendala diatas bisa dicarikan solusinya. Pada sisi yang lain, diharapkan terjadi peningkatan kapasitas pedagogi guru dalam mengelola dan membuat media pembelajaran.

Pembelajaran Geografi berdasarkan observasi yang telah dilakukan, menggunakan media diantaranya gambar, *powerpoint*, video dan animasi. Pada wawancara yang dilakukan oleh guru praktikan dan guru pamong/kelas, terdapat kebutuhan bagaimana menghadirkan media pembelajaran yang interaktif. Pada sisi yang lain, hal tersebut juga menjembatani kebutuhan ke lapangan yang biasanya terkendala oleh biaya, waktu dan perizinan. Hal tersebut ternyata dirasa penting, karena pembelajaran geografi erat kaitannya dengan lingkungan sekitar. Pembelajaran lingkungan sekitar dirasa lebih kontekstual dan mengajarkan banyak hal diantaranya mengenali lingkungan, kepekaan/empati, karakter cinta tanah air dan lebih menstimulus keterampilan berfikir spasial (Anthamatten, 2010; Metoyer et al., 2015).

Pada kondisi saat ini, sudah banyak sekali platform aplikasi yang berkaitan dengan pembelajaran geografi. Keterkaitan dengan alat bantu geografi khususnya kompas digital, *Virtual Microscope*, GPS berbasis android, Google Maps, Google Street View, GPS Navigasi, WebGIS dan lain sebagainya. Sebagai contoh, apa yang membedakan peta dengan denah? Mengapa titik koordinat sepenting itu? Bagaimana *sharing location* via aplikasi WhatsApp sering dilakukan dan tidak jarang kurang akurat lokasi acuannya (Freire & Painho, 2014; Gilakjani, 2017; Liu et al., 2019). Pada pembelajaran litosfer yang terkait batuan, ketersediaan sarana prasarana terkendala adanya alat praktikum. Pembelajaran masih pengenalan batuan dari gambar/video yang tidak banyak menggunakan indera untuk pembelajaran/belum optimal secara kontekstual. Berdasarkan sharing dengan guru geografi MGMP Sumatera Barat, hal ini harusnya tidak membuat kebingungan siswa yang mempelajari ilmu geografi apabila pembelajaran dikelas kontekstual dan mengkaitkan dengan kondisi relevan (Crowe et al., 2018). Namun kondisi dilapangan, ada beberapa situasi yang menjadi tantangan untuk mengakomodasi pembelajaran geografi berbasis teknologi geospasial seperti contoh, aplikasi yang mudah digunakan guru dalam pembelajaran geografi berbasis geospasial, terkadang masih terpaksa harus ada laboratorium komputer, *support system* dukungan di lingkungan sekolah yang belum optimal, sehingga guru ragu untuk kreatif dan menuangkan ide menggunakan sumberdaya yang ada.

MAN 2 Kota Padang Panjang memiliki struktur kepemimpinan, guru dan tendik yang solid. Berdasarkan wawancara dengan Bapak Dariman, S.Pd (Kepala Sekolah), sekolah beberapa kali membuat pelatihan dan mempermudah guru dan tendik untuk meningkatkan kemampuan keterampilan yang menunjang pembelajaran dan pelayanan bagi peserta didik. Pembelajaran geografi dirancang dan dibahas dalam forum guru untuk memberikan pembelajaran geografi yang relevan dan adaptif. Berdasarkan diskusi dengan Guru Geografi, Afri Yenti, S.Pd (Guru Geografi SMAN 2 Padang), pembelajaran geografi saat ini, seperti harus adaptif dengan penggunaan teknologi untuk memudahkan pembelajaran dan efektifitas pembelajaran. Sekolah belum ada beberapa alat laboratorium yang dapat mendukung pembelajaran geografi yang kontekstual berbasis STEM yang memiliki banyak keunggulan. Hal tersebut dikarenakan perbedaan prioritas anggaran, struktur anggaran dan harga alat yang belum memungkinkan untuk diwujudkan.

Tujuan dari kegiatan yang dilakukan diharapkan mitra memiliki peningkatan kapasitas pedagogi dalam peningkatan kualitas pendidikan pada bidang ilmu geografi. Hal tersebut merupakan adaptasi terhadap era teknologi, informasi dan komunikasi serta *society era 5.0*. Pendekatan teknologi dan geospasial berbasis STEM diharapkan mitra berdaya menghadirkan

pembelajaran yang relevan, kontekstual serta menyenangkan, selayaknya *the powerful of social studies*.

Solusi dan Target

Pelatihan dengan metode *technological pedagogical content knowledge* (TPACK) yang diintegrasikan dengan aplikasi *Virtual Microscope* yang mudah didapatkan dan operasikan oleh mitra. Selain hal tersebut, pengabdian dielaborasi dengan pembelajaran *team-based project*. Pendekatan STEM yang digunakan diharapkan membantu peserta didik untuk berfikir kritis, evaluatif, berani mengambil keputusan dan analisis spasial.

METODE PELAKSANAAN

Tempat dan Waktu

Kegiatan pengabdian dilakukan pada 10-21 September 2024. Pertemuan pertama dilakukan pelatihan secara daring via Aplikasi ZOOM. Kemudian pertemuan kedua dilakukan secara luring di MAN 2 Kota Padang Panjang.

Khalayak Sasaran

MGMP Geografi Kota Padang Panjang kurang lebih 16 guru. Pada saat pelaksanaan, diikuti oleh 23 guru lintas disiplin ilmu tidak terbatas pada geografi saja.

Metode Pengabdian

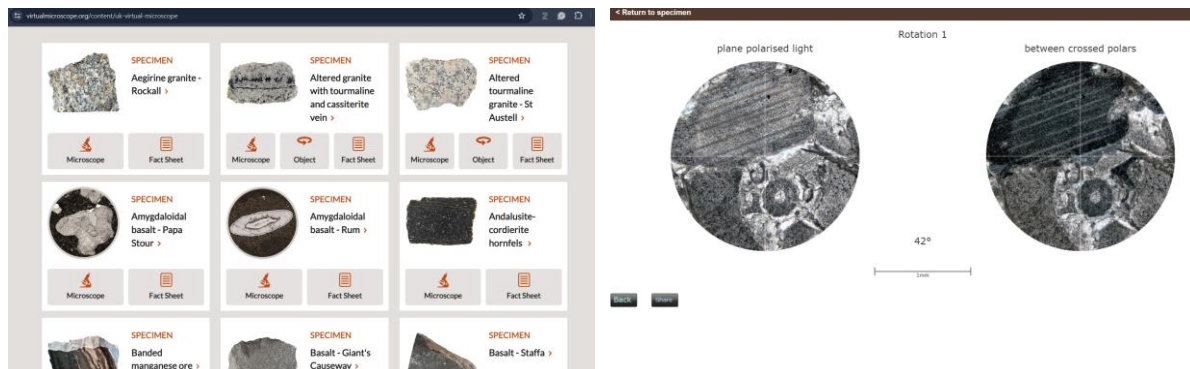
Metode pengabdian dapat dilihat pada diagram alir berikut.

Tabel 1. Metode Pelaksanaan

| No | Tahapan Metode Pelaksanaan | Kegiatan | Partisipasi Mitra |
|----|---|---|--|
| 1 | Persiapan dan Sosialisasi | Rapat dan diskusi dengan mitra pengabdian | Saran, kritik dan gagasan |
| 2 | Pengembangan Modul/Instrumen <i>Virtual Microscope</i> berbasis STEM | Penyusunan alternatif-alternatif solusi terkait permasalahan | Diskusi dan <i>sharing</i> informasi serta ikut mengevaluasi/menentukan solusi |
| 3 | Pengembangan Modul/Instrumen <i>Virtual Microscope</i> berbasis STEM | Bedah materi geografi di SMA, Capaian Pembelajaran, Penyusunan Modul dan Elaborasi dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) | Kontrol materi, capaian pembelajaran, asesmen LKPD |
| 4 | Penguatan Materi Geospasial, STEM dan Pendekatan Teknologi dalam Pembelajaran | Penguatan dasar Materi Geospasial dan Pendekatan Teknologi dalam Pembelajaran melalui <i>workshop</i> | Kontrol materi, penguatan landasan teori dan kolaborasi pengembangan media |
| 5 | Pelatihan <i>Virtual Microscope</i> Batuan berbasis STEM | Penguatan kapasitas pedagogi guru menggunakan <i>Virtual Microscope</i> batuan berbasis STEM oleh tim pengabdian | Peserta mengikuti kegiatan peningkatan kapasitas pedagogi guru sampai selesai |
| 6 | Presentasi Produk & Evaluasi | Mitra dapat mengkomunikasikan kelebihan dan kelemahan <i>Virtual Microscope</i> batuan berbasis STEM. Evaluasi dilakukan dengan metode refleksi <i>three way conference</i> . | Mitra menghasilkan output <i>feedback</i> produk <i>Virtual Microscope</i> batuan berbasis STEM. |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengabdian ini menggunakan STEM yang dipadukan dengan teknologi dalam pembelajaran. Pembelajaran nantinya menggunakan *Virtual Microscope* (www.virtualmicroscope.org) batuan yang ditunjang dengan modul dan LKPD yang dikembangkan dengan basis STEM. Materi yang dipakai adalah siklus batuan (batuan beku, sedimen dan metamorf). Penggunaan aplikasi *virtual microscope* tersebut disesuaikan visualisasi kontekstual, sehingga kebutuhan (Whalley et al., 2011). Pembelajaran *Virtual Microscope* batuan yang akan diberikan, didahului oleh pemaparan landasan teori/pengantar oleh narasumber ahli. Penerapan iptek akan ditunjang oleh pendamping lapangan dan buku praktikum/pelatihan kegiatan.



Gambar 1. Tampilan Spesimen Batuan dan Tampilan spesimen batuan yang telah tersayat pada Virtual Mikroskop

Virtual Microscope menyediakan berbagai spesimen batuan beku, sedimen dan metamorf. Batuan tersebut juga telah tersayat yang diletakkan pada preparat. Sehingga, bapak/ibu guru dapat mengarahkan peserta didik melihat tampilan, struktur yang terlihat kemudian melihat sayatan batuan. Kegiatan selanjutnya adalah analisis dan telaah media batuan, untuk menentukan fragmen dan menentukan batuan menggunakan komparator dan pengamatan sayatan batuan. Hal tersebut ditunjang modul praktikum berbasis STEM. Sehingga, peserta didik dari awal pembelajaran terlayani dengan pembelajaran interaktif, berpikir spasial dan kolaboratif.

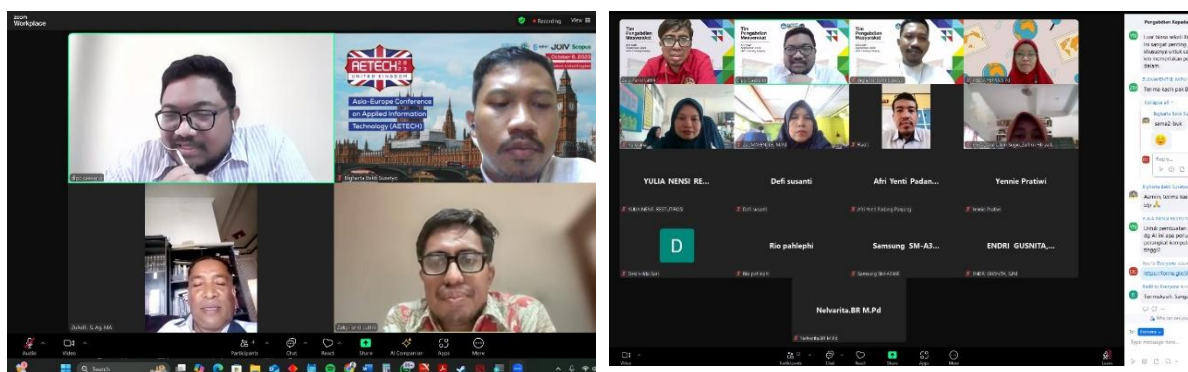
Pertemuan Pertama

Pengabdian dilakukan diiniasi dengan mengunjungi mitra yang kemudian diterima oleh bapak Drs. Dariman, S.Pd, kepala MAN 2 Kota Padang Panjang dan Wakil Humas, Zulfikli, S.Ag, M.A. Pertemuan tersebut bertujuan untuk kerjasama, merancang bentuk pengabdian dan ketercapaian/target yang diinginkan. Selanjutnya, kegiatan yang disepakati adalah pelatihan untuk meningkatkan kemampuan kompetensi pedagogi guru yang berfokus pada pembelajaran media mikroskop virtual batuan berbasis teknologi dengan pendekatan STEM. Pengabdian yang semula untuk guru di MAN 2 Kota Padang Panjang, diperluas peruntukannya untuk guru MGMP Geografi Kota Padang Panjang. MAN 2 Kota Padang Panjang menyanggupi tempat dan sarana prasarana selama pengabdian dan pengabdian menyanggupi sebagai pemateri, akomodasi, transfer media teknologi dan perangkat penunjang praktikum pembelajaran.



Gambar 2. Kunjungan Inisiasi Pengabdian oleh Tim Diterima oleh Kepala MAN 2 Kota Padang Panjang beserta Jajaran

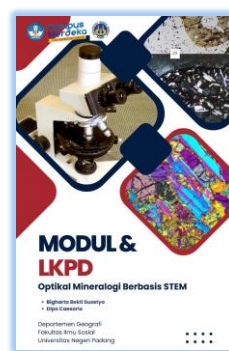
Pertemuan pertama dengan guru dilakukan pada 10 September 2024 secara daring. Sebelum kegiatan tersebut dilakukan, sudah terlebih dahulu didiskusikan dengan Bapak Zulkifli, S.Ag, M.A selaku Waka Humas. Hal tersebut untuk pemantapan kegiatan dan persiapan kegiatan pelatihan luring yang akan dilaksanakan seminggu setelahnya. Kegiatan daring dilakukan melalui aplikasi **ZOOM**, yang diikuti kurang lebih 15 guru Geografi MGMP Kota Padang Panjang. Fokus pelatihan daring untuk pengenalan aplikasi, fitur aplikasi, penyebaran tautan modul virtual mikroskop berbasis STEM. Antusiasme guru terwujud dari aktivitas tanya jawab yang aktif, guru menyatakan minat, keunggulan kelemahan dan aplikasi lebih lanjut media pada pembelajaran SMA. Beberapa saran dan pertanyaan yang telah dikemukakan menjadi landasan persiapan pelaksanaan pelatihan luring nantinya.



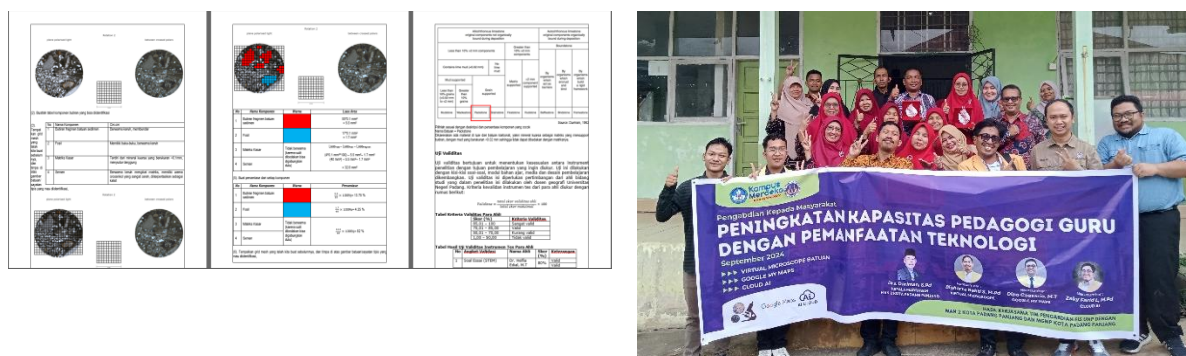
Gambar 3. Rapat Koordinasi Kegiatan dan Pengabdian Secara Daring Pelatihan Daring (Hari ke 1)

Pertemuan Kedua

Pertemuan kedua dilakukan secara luring, bertempat di Gedung Pertemuan MAN 2 Kota Padang Panjang. Kegiatan dibuka oleh Wakil Kepala Madrasah dan diikuti oleh sekurang 23 peserta MGMP Geografi Kota Padang Panjang. Kegiatan diawali review kembali mikroskop batuan besera fiturnya, kemudian dilanjutkan dengan pengenalan modul dan skenario pembelajaran berbasis STEM.



Gambar 4. Pelatihan dikukan di ruang serbaguna MAN 2 Kota Padang Panjang dan Modul dan LKPD sebagai Instrumen dalam Pengabdian



Gambar 5. Pelatihan Skenario Pembelajaran Virtual Mikroskop dengan Pendekatan STEM dan Foto Bersama dan Evaluasi dengan Guru Geografi MGMP Kota Padang Panjang

Tingkat Penguasaan Media Virtual Mikroskop

Tingkat penguasaan media virtual mikroskop oleh guru mengalami peningkatan yang pesat. Pada awal pengabdian, media yang dimaksud belum pernah digunakan oleh guru. Media batuan yang selama ini digunakan terbatas pada penyajian gambar batuan atau batuan tertentu yang dimiliki oleh sekolah. Namun, keterbatasan tersebut dapat diatasi dengan media yang digunakan dengan penguasaan media virtual mikroskop yang mudah, murah dan efektif (Tetley & Daczko, 2014). Hal tersebut dibuktikan dengan 95% peserta dapat memahami dan mengoperasikan media. Guru dapat mengoperasikan antar fitur dan mengelaborasi dengan kebutuhan lapangan.

Pada sisi pembelajaran yang lain, peserta pengabdian dapat mengelaborasi materi litosfer dengan mikroskop batuan berbasis STEM. Skenario pembelajaran STEM yang dilakukan dapat menjadi alternatif solusi pembelajaran yang membelajarkan siswa aktif, melatih berpikir kritis, berpikir tingkat tinggi dan bersentuhan dengan teknologi yang relevan. Sehingga, pembelajaran geografi terasa lebih kontekstual dan semakin *meaningful* (bermakna) (Mohd Najib et al., 2020; Oyana et al., 2015; Misco, 2014).

Evaluasi dan Kepuasan Pengabdian yang Telah dilakukan

Evaluasi pengabdian dilakukan langsung setelah kegiatan pelatihan ke dua selesai. Evaluasi pengabdian dilakukan dengan metode *three-way conference* dengan memperhatikan tiga hal positif kegiatan, dua hal perbaikan dan satu perbaikan untuk kegiatan kedepan. Kegiatan diikuti oleh tim pengabdian, peserta pengabdian dan dari unsur pimpinan MAN 2 Kota Padang Panjang. Secara umum, kegiatan dinilai oleh peserta dan mitra sangat positif dan memberi dampak penguatan kompetensi pedagogi, hal yang perlu diperbaiki adalah penambahan waktu yang dirasa kurang. Selain itu, potensi keberlanjutan kegiatan pengabdian dimasa depan sangat besar, guru dan mitra berharap, kegiatan berlanjut dengan skala melibatkan MGMP geografi Sumatera Barat. Mitra sekolah juga bersedia dan senang jika kegiatan kembali digelar di lingkungan MAN 2 Kota Padang Panjang, disisi yang lain juga mengharapkan perluasan kerja sama untuk penguatan pelatihan OSN/KSM, pendampingan pembelian alat praktikum geografi, kunjungan laboratorium dan lain sebagainya.



Gambar 6. Evaluasi setelah Kegiatan Pelatihan dan Potensi Keberlanjutan Pengabdian

KESIMPULAN

Pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan di MAN 2 Kota Padang Panjang telah mampu meningkatkan kemampuan pedagogi. Hal tersebut terwujud dalam peningkatan literasi virtual mikroskop, terampil menggunakannya, membuat skenario aktivitas dan soal terkait batuan berbasis STEM. Melalui kegiatan tersebut dapat menjembatani keterbatasan sarana prasarana yang mahal dan belum memanfaatkan teknologi. Pengabdian yang telah dilakukan telah menjawab tantangan pembelajaran yang relevan dengan teknologi, mudah, murah dan aplikatif. Kedepan, pengabdian semoga dapat dikembangkan lebih aplikatif lagi, semisal pengembangan e-modul dan *worksheet* berbasis STEM.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthamatten, P. (2010). Spatial Thinking Concepts in Early Grade-Level Geography Standards. *Journal of Geography*, 109(5), 169–180. <https://doi.org/10.1080/00221341.2010.498898>
- Careaga-Butter, M., Badilla-Quintana, M. G., & Fuentes-Henríquez, C. (2020). *Critical and prospective analysis of online education in pandemic and post-pandemic contexts: Digital tools and resources to support teaching in synchronous and asynchronous learning modalities*.
- Crowe, A. R., Mooney, E., & Hawley, T. S. (2018). Preservice teachers' visions of themselves: Powerful teachers or powerful social studies teachers? *Social Studies Research and Practice*, 13(1), 113–126. <https://doi.org/10.1108/SSRP-03-2017-0011>
- Freire, C. E. D. A., & Painho, M. (2014). Development of a Mobile Mapping Solution for Spatial Data Collection Using Open-Source Technologies. *Procedia Technology*, 16, 481–490. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.10.115>
- Gilakjani, A. P. (2017). A Review of the Literature on the Integration of Technology into the Learning and Teaching of English Language Skills. *International Journal of English Linguistics*, 7(5), 95. <https://doi.org/10.5539/ijel.v7n5p95>
- Herodotou, C., Muirhead, D. K., Aristeidou, M., Hole, M. J., Kelley, S., Scanlon, E., & Duffy, M. (2020). Blended and online learning: A comparative study of virtual

- microscopy in Higher Education. *Interactive Learning Environments*, 28(6), 713–728. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1552874>
- Liu, R., Greene, R., Li, X., Wang, T., Lu, M., & Xu, Y. (2019). Comparing Geoinformation and Geography Students' Spatial Thinking Skills with a Human-Geography Pedagogical Approach in a Chinese Context. *Sustainability*, 11(20), 5573. <https://doi.org/10.3390/su11205573>
- Mao, J., Ifenthaler, D., Fujimoto, T., Garavaglia, A., & Rossi, P. G. (2019). National Policies and Educational Technology: A Synopsis of Trends and Perspectives from Five Countries. *TechTrends*, 63(3), 284–293. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00396-0>
- Metoyer, S. K., Bednarz, S. W., & Bednarz, R. S. (2015). Spatial Thinking in Education: Concepts, Development, and Assessment. In O. Muñiz Solari, A. Demirci, & J. Schee (Eds.), *Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World* (pp. 21–33). Springer Japan. https://doi.org/10.1007/978-4-431-55519-3_3
- Misco, T. (2014). Powerful Social Studies Unit Design: A Companion to Powerful Social Studies Teaching and Learning. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 87(6), 241–248. <https://doi.org/10.1080/00098655.2014.938598>
- Mohd Najib, S. A., Mahat, H., & Baharudin, N. H. (2020). The level of STEM knowledge, skills, and values among the students of bachelor's degree of education in geography. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 9(1), 69. <https://doi.org/10.11591/ijere.v9i1.20416>
- Oyana, T. J., Garcia, S. J., Haegele, J. A., Hawthorne, T. L., Morgan, J., & Young, N. J. (2015). *Nurturing Diversity in STEM Fields through Geography: The Past, the Present, and the Future*. 16(2).
- Tetley, M. G., & Daczko, N. R. (2014). Virtual Petrographic Microscope: A multi-platform education and research software tool to analyse rock thin-sections. *Australian Journal of Earth Sciences*, 61(4), 631–637. <https://doi.org/10.1080/08120099.2014.886624>
- Whalley, P., Kelley, S., & Tindle, A. (2011). The role of the virtual microscope in distance learning. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 26(2), 127–134. <https://doi.org/10.1080/02680513.2011.567460>