




Geophysical data acquisition education for high school students through field observation

Muhardi[✉], Yoga Satria Putra, Radhitya Perdhana, Muh Ishak Jumarang, Joko Sampurno, Muliadi, Andi Ihwan, Riza Adriat, Zulfian, Yuris Sutanto, Irfana Diah Faryuni
Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

[✉] muhardi@physics.untan.ac.id

 <https://doi.org/10.31603/ce.12423>

Abstract

Most high school students in Singkawang City and Bengkayang Regency still require a more comprehensive understanding regarding the application of geophysics, which can impact their skills in conducting field observations. This Community Service (PkM) aims to enhance students' skills in geophysical data acquisition through field observations at Karta Beach, Bengkayang Regency. The activity was carried out in three stages: preparation, implementation, and evaluation. During the implementation stage, participants were educated about geophysical data acquisition through field observations, including geoelectric, self-potential, meteorology, and geology practicums. Based on the evaluation results, a score of 87.31 (very good) was obtained, indicating an increase in students' skills in geophysical data acquisition through field observations.

Keywords: Education; Geophysical data; Field observation

Edukasi akuisisi data geofisika bagi siswa SMA melalui observasi lapangan

Abstrak

Sebagian besar siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kota Singkawang dan Kabupaten Bengkayang masih membutuhkan pemahaman yang lebih komprehensif terkait penerapan geofisika, sehingga dapat berdampak pada keterampilan mereka dalam melakukan observasi lapangan. Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan siswa dalam akuisisi data geofisika melalui observasi lapangan di Pantai Karta, Kabupaten Bengkayang. Kegiatan ini dilaksanakan dalam tiga tahap yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada tahap pelaksanaan, peserta diberi edukasi mengenai akuisisi data geofisika melalui observasi lapangan, meliputi praktikum geolistrik, self-potential, meteorologi, dan geologi. Berdasarkan hasil evaluasi, diperoleh skor sebesar 87,31 (sangat baik), yang mengindikasikan adanya peningkatan keterampilan siswa dalam akuisisi data geofisika melalui observasi lapangan.

Kata Kunci: Edukasi; Data geofisika; Observasi lapangan

1. Pendahuluan

Edukasi tentang akuisisi data geofisika di kalangan siswa SMA merupakan pengenalan konsep survei geofisika, yang dapat memberikan dasar kuat bagi siswa yang berminat menekuni bidang geofisika atau ilmu kebumih lebih lanjut. Selain itu, kegiatan edukasi

Contributions to
SDGs



Article History

Received: 03/10/24

Revised: 11/01/25

Accepted: 15/01/25

juga dapat membuka peluang bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan praktis dalam melakukan akuisisi data geofisika di lapangan, yang merupakan aspek penting dalam penerapan dan pengembangan geofisika (Mase & Sugianto, 2020). Pelibatan siswa diharapkan dapat meningkatkan minat siswa agar lebih tertarik pada penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi (Mahmudah et al., 2023).

Melalui observasi lapangan di Pantai Karta, Kabupaten Bengkayang, siswa SMA diharapkan dapat merasakan secara langsung manfaat penerapan geofisika terhadap lingkungan sekitar. Pengalaman ini diharapkan dapat memotivasi siswa untuk lebih peduli terhadap lingkungan, sekaligus dapat meningkatkan kemampuan kritis dalam merespons perubahan lingkungan global (Nikmah, 2023). Pendekatan survei geofisika yang diterapkan selama kegiatan ini akan menambah pengetahuan bagi siswa dalam mempelajari fenomena yang terjadi di lapangan (Sarjan & Muchtaranda, 2023). Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan dapat memperkaya pengetahuan, pengalaman, dan keterampilan siswa dalam penerapan geofisika melalui kegiatan observasi lapangan (Afsas et al., 2023; Utami & Aryani, 2024).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, ditemukan bahwa sebagian besar siswa SMA di Kota Singkawang dan Kabupaten Bengkayang masih membutuhkan pemahaman yang lebih komprehensif terkait penerapan geofisika, sehingga dapat berdampak pada keterampilan siswa dalam melakukan observasi lapangan geofisika. Indikator lain yang dapat dijadikan acuan adalah rendahnya minat siswa dalam bidang kajian geofisika, yang disebabkan oleh kurangnya informasi mengenai geofisika di kalangan siswa dan lingkungan sekolah. Kondisi ini menunjukkan bahwa pentingnya penyebaran informasi yang lebih komprehensif terkait penerapan geofisika dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, pengenalan peralatan dan akuisisi data geofisika secara langsung juga dapat mendorong peningkatan minat siswa untuk mendalami bidang geofisika.

Beberapa sekolah di Kota Singkawang dan Kabupaten Bengkayang menyadari pentingnya meningkatkan keterampilan siswa SMA dalam akuisisi data geofisika. Permasalahan yang dihadapi oleh mitra adalah kurangnya pemahaman siswa mengenai penerapan geofisika, sehingga berdampak pada keterampilan dalam melakukan observasi lapangan geofisika. Kondisi ini mendorong dosen Program Studi Geofisika Universitas Tanjungpura untuk menyelenggarakan kegiatan PkM. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan siswa dalam akuisisi data geofisika melalui kegiatan observasi lapangan. Pelibatan siswa SMA dalam kegiatan PkM juga telah dilakukan pada tahun-tahun sebelumnya, karena mereka dipandang sebagai generasi penerus yang mempunyai peran strategis, sehingga perlu diberikan edukasi yang lebih intensif mengenai penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi (Adriat et al., 2022; Muhardi et al., 2024).

2. Metode

Metode kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini menggunakan sistem sosialisasi dan pendampingan. Waktu pelaksanaan dilakukan pada bulan Oktober 2023 dengan peserta terdiri dari anggota POKJA Posyandu Dahlia dan Pemerintahan Desa Cisantana yang berjumlah 20 orang.

Kegiatan PkM dilaksanakan dalam tiga tahap yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Tahap persiapan mencakup

koordinasi dengan pihak sekolah dan persiapan peralatan survei geofisika, yang dimulai sejak awal Desember 2023. Pada tahap pelaksanaan, kegiatan edukasi dilakukan melalui metode penyuluhan dan observasi lapangan. Kegiatan observasi ini mencakup akuisisi data geofisika, meliputi praktikum geolistrik, *self-potential*, meteorologi, dan geologi, yang berlangsung pada 29 Januari 2024. Tahap evaluasi dilakukan setelah peserta menyelesaikan observasi lapangan dengan menggunakan instrumen kuesioner berbasis skala Likert. Kuesioner tersebut terdiri atas delapan pernyataan positif dengan lima alternatif jawaban, yaitu sangat setuju (bobot nilai 5), setuju (bobot nilai 4), ragu-ragu (bobot nilai 3), tidak setuju (bobot nilai 2), dan sangat tidak setuju (bobot nilai 1) (Budiaji, 2018).

Pencapaian kegiatan PkM diukur melalui indeks persentase, yang dihitung dengan membandingkan skor total respons dengan skor maksimum. Skor total respons diperoleh dari hasil akumulasi perkalian antara jumlah pernyataan, jumlah peserta, dan bobot nilai masing-masing respons. Skor maksimum dihitung dari perkalian antara jumlah pernyataan, jumlah peserta, dan bobot nilai tertinggi. Indeks persentase memberikan gambaran kuantitatif tentang tingkat keberhasilan pelaksanaan kegiatan observasi lapangan. Berdasarkan perhitungan tersebut, indeks persentase diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu sangat buruk (0–19%), buruk (20–39%), sedang (40–59%), baik (60–79%), dan sangat baik (80–100%) (Pranatawijaya et al., 2019)

Tahap Persiapan	Tahap Pelaksanaan	Tahap Evaluasi
<ul style="list-style-type: none"> • Koordinasi dengan pihak sekolah • Persiapan peralatan survei geofisika 	<ul style="list-style-type: none"> • Observasi lapangan berupa praktikum geolistrik, <i>Self-potential</i>, meteorologi, dan geologi 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengisian kuesioner oleh peserta • Rekapitulasi hasil evaluasi

Gambar 1. Tahapan kegiatan PkM

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Observasi lapangan

Kegiatan observasi lapangan diawali dengan pembukaan oleh Ketua Program Studi Geofisika Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura, diikuti oleh pemaparan singkat mengenai deskripsi kegiatan oleh ketua panitia. Kegiatan akuisisi data geofisika melibatkan siswa dan guru pendamping yang diundang ke Pantai Karta, Kabupaten Bengkayang. Sebanyak 26 siswa dan tiga guru pendamping yang berasal dari tiga sekolah, yaitu SMAN 3 Kota Singkawang, SMAN 4 Kota Singkawang, dan SMAN 1 Sungai Raya Kepulauan. Adapun mitra sekolah dalam kegiatan ini adalah SMAN 3 Kota Singkawang.

Kegiatan observasi lapangan berupa akuisisi data geofisika dilakukan di empat pos praktikum, yaitu geolistrik, *self-potential*, meteorologi, dan geologi. Setiap pos menawarkan praktikum yang berlangsung selama kurang lebih 45 menit. Kegiatan ini mencakup penjelasan singkat oleh dosen dan asisten mengenai prinsip kerja, parameter fisis yang diukur, pengenalan alat, serta prosedur pelaksanaan tiap praktikum. Selain itu, peserta yang terbagi dalam empat kelompok juga diberikan kesempatan untuk

secara mandiri melakukan akuisisi data geofisika di setiap pos, sehingga siswa dapat mempelajari pengoperasian alat dan memperoleh parameter fisis yang sesuai.

3.2. Praktikum geolistrik

Dalam praktikum geolistrik, peserta diberikan pemahaman mengenai tujuan metode geolistrik, yaitu memetakan kondisi bawah permukaan tanah berdasarkan nilai resistivitas (tahanan jenis) lapisan tanah atau batuan (Ishak et al., 2022; Koehn & Kulesza, 2021). Peserta diperkenalkan dengan peralatan dan bahan yang umum digunakan dalam metode ini, yaitu *resistivity* meter, elektroda, kabel penghubung, dan aki (de la Vega et al., 2021; Delmonte et al., 2025; Hong et al., 2022). Untuk meningkatkan keterampilan dalam observasi lapangan, peserta diberi kesempatan untuk melakukan akuisisi data secara langsung dengan mengukur arus yang diinjeksikan melalui dua buah elektroda arus dan mengidentifikasi beda potensial yang terdeteksi melalui dua buah elektroda potensial. Para peserta menunjukkan antusiasme yang tinggi selama praktikum berlangsung, terlihat dari keaktifan peserta dalam mengoperasikan peralatan dan mengajukan pertanyaan terkait prosedur pengukuran (Gambar 2).



Gambar 2. Kegiatan praktikum geolistrik

3.3. Praktik metode *self-potential*

Dalam praktikum *self-potential*, peserta diberikan pemahaman tentang tujuan umum metode *self-potential* yaitu untuk memetakan distribusi potensial alami yang disebabkan oleh aliran air bawah permukaan (Jackson, 2015; Revil & Jardani, 2010). Peserta juga diperkenalkan dengan peralatan dan bahan yang umum digunakan dalam metode *self-potential*, yaitu multimeter digital, elektroda berpori (*porous-pot*), kabel penghubung, dan larutan elektrolit CuSO_4 (Jinmin et al., 2021; Mufidah et al., 2024; Singh et al., 2017). Untuk meningkatkan keterampilan dalam observasi lapangan, peserta diberikan kesempatan untuk memasang elektroda berpori dan melakukan akuisisi data dengan mengukur potensial alami pada titik-titik tertentu menggunakan multimeter digital. Selama praktikum berlangsung, peserta menunjukkan rasa ingin tahu yang tinggi, terutama saat mempelajari cara memasang elektroda berpori dan prosedur pengukuran potensial alami menggunakan multimeter digital. Dokumentasi pelaksanaan praktikum *self-potential* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Dokumentasi pelaksanaan praktikum *self-potential*

3.4. Praktikum meteorologi

Dalam praktikum meteorologi, peserta diberikan pemahaman tentang pengukuran secara langsung berbagai parameter cuaca, seperti suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, arah angin, curah hujan, dan radiasi ultraviolet. Peserta juga diperkenalkan dengan peralatan yang umum digunakan dalam praktikum meteorologi, yaitu *Automatic Weather Station (AWS)*, dan diarahkan mengamati setiap komponen sensor untuk mengukur parameter cuaca pada AWS (Agarwal & Mittal, 2023; Davenport & French, 2020; McNeal et al., 2019). Untuk meningkatkan keterampilan dalam observasi lapangan, peserta diberikan kesempatan untuk memantau parameter cuaca yang terukur secara langsung di lapangan melalui *weather display*. Selama praktikum berlangsung, peserta menunjukkan perhatian yang besar saat mengamati parameter cuaca secara *real-time* dan aktif berdiskusi mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan cuaca. Dokumentasi pelaksanaan praktikum meteorologi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kegiatan praktikum meteorologi

3.5. Praktikum geologi

Dalam praktikum geologi, peserta diajak untuk mengamati berbagai jenis sampel batuan menggunakan alat pembesar (lup) dan diperkenalkan pada tiga kelompok batuan yaitu batuan beku, sedimen, dan metamorf (Lang et al., 2023; Nosofsky et al., 2018; Schön, 2015; Vrabec, 2020; Widodo et al., 2024). Setiap kelompok batuan dijelaskan berdasarkan karakteristik khasnya, sehingga peserta dapat mengidentifikasi jenis batuan yang diamati. Peserta juga diberi kesempatan untuk mengamati secara langsung

tekstur batuan dan karakteristik mineral yang terkandung di dalamnya. Selama praktikum berlangsung, peserta menunjukkan ketertarikan yang tinggi selama proses pengamatan, terlihat dari kecermatan peserta dalam mengidentifikasi ciri-ciri setiap jenis batuan dan antusiasme saat menggunakan lup untuk mengamati mineral batuan. Dokumentasi pelaksanaan praktikum geologi dapat dilihat pada [Gambar 5](#).



[Gambar 5](#). Dokumentasi pelaksanaan praktikum geologi

3.6. Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan menyebarkan lembar kuesioner kepada siswa dan guru pendamping. Jumlah peserta yang berpartisipasi dalam pengisian lembar kuesioner ini yaitu sebanyak 26 orang. Pengisian kuesioner oleh peserta bertujuan untuk mengukur efektivitas kegiatan PkM dalam mengedukasi akuisisi data geofisika melalui kegiatan observasi lapangan, yang dilakukan melalui praktikum geolistrik, *self-potential*, meteorologi, dan geologi. Kuesioner tersebut menyajikan delapan pernyataan untuk mengetahui persepsi peserta. Hasil evaluasi kegiatan PkM ditunjukkan pada [Tabel 1](#).

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa mayoritas peserta memberikan respons sangat positif terhadap manfaat dan dampak kegiatan PkM. Sebanyak 20 peserta sangat setuju bahwa kegiatan PkM bermanfaat bagi siswa dan dapat meningkatkan keterampilan akuisisi data geofisika. Aspek relevansi dengan pembelajaran fenomena alam juga mendapat dukungan kuat dengan 16 peserta sangat setuju dan 10 peserta setuju. Terkait penyampaian materi, sebanyak 5 peserta sangat setuju dan 21 peserta setuju bahwa pemaparan dosen sangat jelas. Observasi lapangan yang didemonstrasikan dinilai sangat menarik oleh 19 peserta. Satu-satunya aspek yang mendapat tanggapan beragam adalah alokasi waktu untuk diskusi, dengan empat peserta sangat setuju, 11 peserta setuju, enam peserta ragu-ragu, dan lima peserta tidak setuju. Kegiatan ini juga berhasil meningkatkan minat siswa terhadap kajian geofisika dan Program Studi Geofisika Universitas Tanjungpura, yang ditunjukkan oleh dominasi respons positif pada dua pernyataan terakhir.

Berdasarkan hasil analisis data, diperoleh skor total respons sebesar 908 dari skor maksimum 1.040. Skor tersebut dihitung dari akumulasi hasil perkalian antara jumlah pernyataan, jumlah peserta, dan bobot nilai respons peserta. Tingkat pencapaian kegiatan PkM dievaluasi menggunakan indeks persentase yang diperoleh dengan membandingkan skor total respons dengan skor maksimum, menghasilkan nilai sebesar 87,31%. Berdasarkan kategori penilaian, pelaksanaan kegiatan PkM dinyatakan berada dalam kategori sangat baik.

Tabel 1. Hasil evaluasi kegiatan PKM menggunakan kuesioner

No.	Pernyataan	Sangat setuju	Setuju	Ragu-ragu	Tidak setuju	Sangat tidak setuju
1	Kegiatan PkM sangat bermanfaat bagi siswa	20	6	0	0	0
2	Kegiatan PkM dapat meningkatkan keterampilan tentang akuisisi data geofisika	20	6	0	0	0
3	Kegiatan PkM sangat relevan untuk mempelajari fenomena alam	16	10	0	0	0
4	Pemaparan yang disampaikan oleh dosen sangat jelas	5	21	0	0	0
5	Observasi lapangan yang didemonstrasikan sangat menarik	19	7	0	0	0
6	Waktu yang disediakan untuk diskusi dan tanya-jawab sangat memadai	4	11	6	5	0
7	Kegiatan PkM dapat meningkatkan minat siswa pada geofisika	9	13	3	1	0
8	Kegiatan PkM dapat meningkatkan minat siswa untuk bergabung pada Program Studi Geofisika Universitas Tanjungpura	8	14	4	0	0

4. Kesimpulan

Kegiatan PkM telah dilaksanakan sebagai respons terhadap pemahaman yang masih sangat terbatas di kalangan siswa SMA mengenai penerapan geofisika. Berdasarkan hasil evaluasi diperoleh skor total respons peserta sebesar 908 dari skor maksimum 1.040. Nilai tersebut menghasilkan persentase sebesar 87,31% (sangat baik), yang mengindikasikan bahwa kegiatan PkM berhasil meningkatkan keterampilan siswa dalam akuisisi data geofisika melalui observasi lapangan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Tanjungpura atas izin dan penugasan dalam pelaksanaan PkM. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Kepala SMAN 3 Singkawang, Kepala SMAN 4 Singkawang, dan Kepala SMAN 1 Sungai Raya Kepulauan atas izin yang diberikan kepada guru pendamping dan siswa untuk berpartisipasi dalam kegiatan PkM.

Kontribusi Penulis

Pelaksana praktikum geolistrik: JS, Z; Pelaksana praktikum self-potential: MUH, YS; Pelaksana praktikum meteorologi: AI, MIJ, RA; Pelaksana praktikum geologi: RP, MUL; Penyiapan artikel: MUH, YSP; Publikasi: IDF.

Konflik Kepentingan

Seluruh penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan finansial atau non-finansial yang terkait dengan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Adriat, R., Muliadi, Putra, Y. S., Zulfian, Muhardi, Perdhana, R., & Sutanto, Y. (2022). Peningkatan Pemahaman Mitigasi dan Kesiapsiagaan Bencana Alam bagi Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal PKM Bina Bahari*, 1(1), 25–30. <https://doi.org/10.26418/binabahari.v1i1.5>
- Afsas, S. K., Sutikno, & Fianti. (2023). Penerapan Pembelajaran Berbasis Praktikum untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP. *Journal on Education*, 6(1), 8913–8926. <https://doi.org/10.37842/sinau.v5i2.55>
- Agarwal, R., & Mittal, S. (2023). Environmental Metrology: An Introduction. In *Handbook of Metrology and Applications* (pp. 1519–1526). https://doi.org/10.1007/978-981-99-2074-7_84
- Budiaji, W. (2018). Skala Pengukuran dan Jumlah Respon Skala Likert. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 2(2), 127–133. <https://doi.org/10.31227/osf.io/k7bgy>
- Davenport, C. E., & French, A. J. (2020). The Fundamentals in Meteorology Inventory: Validation of a tool assessing basic meteorological conceptual understanding. *Journal of Geoscience Education*, 68(2), 152–167. <https://doi.org/10.1080/10899995.2019.1629193>
- de la Vega, M., Bongiovanni, M. V., & Grünhut, V. (2021). Design of a Low-Cost Electrical Resistivity Meter for Near Surface Surveys. *Earth and Space Science*, 8(12). <https://doi.org/10.1029/2020EA001575>
- Delmonte, N., Spaggiari, D., Chiorboli, G., Fagandini, C., & Zanini, A. (2025). An electrical resistivity tomography system for imaging at laboratory scale. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 252. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.117366>
- Hong, C.-H., Kim, J.-S., & Chong, S.-H. (2022). Theoretical resistance in cylindrical electrodes with conical tip. *Geomechanics and Engineering*, 30(4), 337–343. <https://doi.org/10.12989/gae.2022.30.4.337>
- Ishak, M. F., Zolkepli, M. F., Masyhur, E. M. H., Yunus, N. Z. M., Rashid, A. S. A., Hezmi, M. A., Hasbollah, D. Z. A., & Yusoff, A. R. (2022). Interrelationship between borehole lithology and electrical resistivity for geotechnical site investigation. *Physics and Chemistry of the Earth*, 128, 103279. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2022.103279>
- Jackson, M. D. (2015). Tools and Techniques: Self-Potential Methods. In *Treatise on Geophysics: Second Edition* (Vol. 11, pp. 261–293). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53802-4.00208-6>
- Jinmin, M., Saad, R., & Muztaza, N. M. (2021). The practical techniques in self-potential subsurface data acquisition. *Journal of Mines, Metals and Fuels*, 69(8), 419–428. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85123521208&partnerID=40&md5=b33e881f9d61d091f8dfb7d66bf0e70e>
- Koehn, W. J., & Kulesza, S. E. (2021). Electrical resistivity for seeing deep foundations: A new framework for identifying long, slender elements. *Geotechnical Special*

- Publication, 2021-May(GSP 323), 443–452.
<https://doi.org/10.1061/9780784483404.040>
- Lang, M., Zhang, Z., Chen, Z., Cheng, Z., Santosh, M., & Kusky, T. M. (2023). Classification and nomenclature of volcanic rocks using immobile elements: A novel approach based on big data analysis. *Lithos*, 454–455. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2023.107274>
- Mahmudah, R. A., Akhyar, M., & Helmi. (2023). Peningkatan Minat Belajar Fisika Kelas XI IPA SMA Negeri 23 Makassar Melalui Metode Praktikum Sederhana. *JP-3: Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Pembelajaran Peningkatan*, 5(2), 1432–1438. <https://doi.org/10.31970/pendidikan.v5i2.742>
- Mase, L. Z., & Sugianto, N. (2020). Pengenalan Metode Geofisika dan Geoteknik dalam Pembelajaran Fisika bagi Siswa SMAN 3 Kota Bengkulu. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 81–90. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v4i2.2085>
- McNeal, P. M., Petcovic, H. L., Ladue, N. D., & Ellis, T. D. (2019). Identifying Significant Cognitive Factors for Practicing and Learning Meteorology. *Journal of Operational Meteorology*, 7, 1–26. <https://doi.org/10.15191/nwajom.2019.0701>
- Mufidah, S., Udin, Y., Fuadillah, M. N. A., Alfiansyah, D., Hartantyo, E., Muin, F., Wibowo, N., Yulisasongko, M. F., Nurdianto, B., Suroso, T., & Irnaka, T. M. (2024). Large Scale Deployment of Self-Potential Monitoring System in The Kawengan Oil Field. *30th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Held at the Near Surface Geoscience Conference and Exhibition 2024, NSG 2024*. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202420139>
- Muhardi, Putra, Y. S., Ihwan, A., Muliadi, Sampurno, J., Adriat, R., Zulfian, Perdhana, R., Sutanto, Y., & Jumarang, M. I. (2024). Peningkatan Peran Pelajar Kota Pontianak dalam Mewujudkan Sekolah Tanggap Bencana. *GERVASI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(2), 512–522. <https://doi.org/10.31571/gervasi.v8i2.7104>
- Nikmah, K. (2023). Penerapan Metode Pembelajaran Observasi Lapangan pada Mata Kuliah Studi Arsip untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *ASANKA: Journal of Social Science and Education*, 4(1), 26–33. <https://doi.org/10.21154/asanka.v4i1.5912>
- Nosofsky, R. M., Sanders, C. A., Meagher, B. J., & Douglas, B. J. (2018). Toward the development of a feature-space representation for a complex natural category domain. *Behavior Research Methods*, 50(2), 530–556. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0884-8>
- Pranatawijaya, V. H., Widiatry, W., Priskila, R., & Putra, P. B. A. A. (2019). Penerapan Skala Likert dan Skala Dikotomi pada Kuesioner Online. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 5(2), 128–137. <https://doi.org/10.34128/jsi.v5i2.185>
- Revil, A., & Jardani, A. (2010). The self-potential method: Theory and applications in environmental geosciences. In *The Self-Potential Method: Theory and Applications in Environmental Geosciences* (Vol. 9781107019270). <https://doi.org/10.1017/CBO9781139094252>
- Sarjan, A. F. N., & Muchtaranda, I. H. (2023). Kajian Geoteknik Bawah Permukaan dengan Menggunakan Pendekatan Metode Geofisika. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.29303/goescienceedu.v4i1.217>

- Schön, J. H. (2015). Rocks-Their Classification and General Properties. In *Developments in Petroleum Science* (Vol. 65, pp. 1-19). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100404-3.00001-9>
- Singh, H., Dheeraj, P. B., Singh, Y. P., Rathore, G., & Bhardwaj, M. (2017). Electrodeposition of porous copper as a substrate for electrocatalytic material. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 785, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2016.12.013>
- Utami, D. P., & Aryani, I. (2024). Analisis Keterampilan Proses Sains Mahasiswa pada Praktikum Biologi Lingkungan Materi Bioindikator Pencemaran Air. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 15(1), 37-48. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v7i1.9632>
- Vrabec, M. (2020). Metamorphic rocks. *Geografija v Soli*, 28(3), 26-29.
- Widodo, W., Permana, H., Swamidharma, Y. C. A., Pinahalan, I., Cahyadi, A., & Krisnanto, Y. (2024). An Update to the Geology of Sebuku Island, South Kalimantan, Indonesia: Constraints From Petrological Studies. *Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik*, 39(5), 121-138. <https://doi.org/10.17794/rgn.2024.5.9>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)