

Aplikasi Konsep Gelombang dalam Menentukan Struktur Bawah Permukaan Persawahan Sembalun Bumbung bagi Mahasiswa Calon Guru

Syahrial Ayub^{1*}, Muhammad Zuhdi¹, Syamsuddin²

¹Physics Education Study Program, FKIP Mataram University, Mataram, Indonesia

²Physics Study Program, FMIPA Mataram University, Mataram, Indonesia

*corresponding author: syamsuddin@unram.ac.id

Article History

Received : November 12th, 2022

Revised : November 20th, 2022

Accepted : December 10th, 2022

Abstract: Penelitian ini bertujuan memberikan pengalaman, pengetahuan dan keterampilan aplikatif konsep gelombang pada mahasiswa calon guru dalam menentukan struktur bawah permukaan persawahan Sembalun Bumbung. Dalam penelitian ini, geophone digunakan untuk menangkap gelombang seismik yang memancar dari bawah permukaan bumi. Gelombang yang ditangkap oleh geophone diubah menjadi data seismik yang dapat dibaca oleh seismograf. Data seismik yang terbaca oleh seismograf sudah tersimpan di unit utama PASI 16S24-P sebagai data digital. Struktur bawah tanah yang teridentifikasi berdasarkan hasil analisis data seismik di sawah Sembalun Bumbung adalah: a) Penerapan konsep gelombang adalah menentukan struktur permukaan bumi menggunakan gelombang seismik yang dibiaskan, b) Terdapat 2 lapisan dengan ketebalan 1,8 meter dan 8,2 meter, c) Lapisan pertama merupakan lapisan tanah dan lapisan kedua lapisan pasir halus kering yang permeabel terhadap air, dan d) metode yang dapat digunakan dalam menerapkan pembelajaran aplikatif adalah kuliah lapangan, serta respon mahasiswa terhadap kuliah lapangan matakuliah pengantar geologi dan geofisika sangat baik.

Keywords: aplikasi konsep gelombang, struktur bawah permukaan, mahasiswa calon guru

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu kebutuhan manusia yang sangat penting. Karena kelangsungan proses pembelajaran, setiap orang berhak atas pendidikan yang bermutu. Sejak kecil, orang pada dasarnya telah terlibat dalam kegiatan belajar. Dimulai dari bayi yang melalui banyak proses belajar seperti belajar merangkak, berjalan dan berbicara. Agar manusia dapat melakukan sesuatu itu harus melalui proses yang disebut belajar. Dalam proses belajar manusia membutuhkan wadah yaitu pendidikan. Pendidikan di perguruan tinggi adalah pendidikan yang mempersiapkan mahasiswanya ke dunia kerja. Banyak metode yang digunakan dalam mencapai tujuan tersebut, salah satunya adalah kuliah lapangan. Kuliah lapangan, seperti mata kuliah pengantar geologi dan geofisika yang diajarkan oleh mahasiswa fisika FKIP Universitas Mataram, mengajar di luar kelas untuk memperoleh dan mempelajari materi dari lingkungan. Praktek Kuliah Lapangan merupakan salah satu program kegiatan akademik Program Pendidikan Jasmani untuk melaksanakan tujuan pendidikan nasional dan

tuntutan Dr. Dharma (Hayati, 2005) di perguruan tinggi. Sebagai calon guru, mahasiswa fisika harus melatih keterampilan mengajar dari universitas. Oleh karena itu, dengan menyelesaikan latihan lapangan ini, siswa dapat langsung belajar lebih banyak tentang keadaan lingkungan. Kali ini mahasiswa calon guru program studi pendidikan fisika melakukan praktik lapangan di Sembalun Bumbung. Persawahan sembalun Bumbung yang terletak di kabupaten Lombok Timur, NTB Indonesia merupakan daerah dataran tinggi di lingkungan gunung Rinjani. Berdasarkan letak geografisnya, daerah ini sulit mendapatkan air untuk keperluan menanam padi ataupun berkebun.

Masyarakat di persawahan bumbung Sembalun sering gagal saat mencoba menggali sumur atau sumur pompa. Padahal, mereka menggali atau memasang pompa itu sedalam-dalamnya ke dalam tanah. Salah satu kekurangannya adalah ketidakmampuan masyarakat untuk mengenali ciri-ciri tanah dan air. Ini dapat dimengerti. Karena di daerah dengan ketinggian tertentu sulit untuk menemukan air bawah tanah. Pada tanah dengan sifat permeabel atau permeabel sulit ditemukan

air tanah bebas yaitu air tanah yang dapat diperoleh dengan cara menggali sumur biasa. Biasanya dilakukan pengeboran untuk mencari air tanah, yaitu lapisan akuifer yang mengalir di bawah dan melalui lapisan kedap air. Cara ini kurang efektif, karena air bawah tanah tidak dapat ditemukan pada kondisi tanah seperti itu. Oleh karena itu, agar mudah menemukan air tanah tanpa menggali lebih dalam, ada baiknya mengetahui terlebih dahulu zonasi air tanah. Menurut Rachmat Fajar Lubis, peneliti Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), intrusi air tanah biasanya dimulai ketika air hujan jatuh ke tanah yang memiliki kemampuan untuk menyerapnya. Daerah tersebut merupakan zona resapan dimana air hujan ditarik ke dalam tanah dengan bantuan gravitasi. Air hujan masuk melalui pori-pori tanah, celah batuan, atau retakan pada batuan atau tanah. Proses penyerapan menumpuk di tempat yang kedap air. Pada titik ini air tidak akan mengalir lagi karena tidak ada pori-pori atau retakan yang dapat ditembusnya. Karena banyaknya akumulasi air, daerah ini sering disebut sebagai zona jenuh. Pergerakan atau aliran air tanah merupakan kunci untuk menentukan banyak atau tidaknya kandungan air tanah di suatu daerah. Tracing dilakukan dengan menganalisis mineral yang dibawa oleh air tanah. Sebelum melakukan pengeboran, kedua metode tersebut harus digunakan untuk menentukan luas air tanah secara lebih akurat. Sehingga pengeboran tidak sia-sia dan tidak merusak lingkungan.

Pada tahap awal penelitian ini akan dipelajari struktur tanah sawah di Sembalun Bumbung. Metode geofisika yang digunakan adalah seismik. Metode seismik merupakan salah satu metode yang paling penting dan banyak digunakan dalam geofisika. Hal ini dikarenakan metode seismik memiliki akurasi dan resolusi yang tinggi dalam menentukan struktur geologi. Metode seismik digunakan untuk mempelajari sumber daya dan mineral bawah tanah dengan gelombang batuan (gelombang seismik) yang merambat di bagian dalam bumi. Pengolahan data seismik terdiri dari 3 langkah utama, yaitu akuisisi data, pengolahan data dan interpretasi data. Metode seismik dibagi menjadi dua bagian, yaitu seismik refraksi (*exercise seismic*) dan seismik refleksi (*reflection seismic*). Gempa pantulan adalah salah satu metode geofisika pengamatan objek bawah tanah dengan menggunakan sifat reflektif gelombang elastis

yang dihasilkan oleh sumber seismik. Metode refraksi seismik menggunakan gelombang refraksi yang dihasilkan oleh sumber seismik. Sumber seismik buatan dapat berupa ledakan, pukulan palu seismik dan lain-lain. Gelombang seismik Hasilnya direkam oleh alat berupa geophone. Metode seismik refraksi merupakan metode geofisika yang mempelajari gelombang seismik yang memancar di permukaan bumi (Atmajaya, 2008). Sifat gelombang seismik yang ditransmisikan, seperti kecepatan gelombang seismik, dipelajari. Pada dasarnya metode ini menggunakan perambatan gelombang seismik di dalam tanah.

Gelombang seismik merupakan gelombang elastis dan perambatannya bergantung pada elastisitas batuan dan kerapatan batuan, sehingga dengan mengetahui kecepatan perambatan gelombang seismik pada lapisan batuan dapat menentukan kekerasan dan kerapatan batuan batuan (Lubis, 2005). Saat gelombang seismik merambat hingga mencapai batas antar lapisan, sebagian gelombang ini dipantulkan (dipantulkan) dan sebagian dibiaskan (dibiaskan), sehingga gejala fisik dapat dideteksi dengan mendeteksi gelombang tersebut melalui geophone (Nakif dkk, 2013). Dalam hal ini nilai kecepatan dan kedalaman lapisan diketahui karena perhitungan waktu tempuh gelombang antara sumber getaran (*source*) dan penerima (*geophone*). Waktu yang diperlukan gelombang seismik untuk menembus lapisan batuan bergantung pada kecepatan medium yang dilaluinya. Metode seismik refraksi merupakan metode yang menggunakan hukum fisika dalam analisisnya. Hukum yang digunakan dalam metode seismik refraksi ini adalah hukum Snell, azas Fermat dan hukum Huygens (Sismanto, 1999). Hukum pembiasan Snell (hukum pembiasan) menjelaskan hubungan antara sudut datang dan sudut pembiasan terhadap kecepatan rambat gelombang dalam suatu lingkungan. Prinsip Fermat menjelaskan bagaimana gelombang merambat dari satu titik ke titik lain melalui medium tertentu dengan menggunakan jalur terpendek (waktu minimum). Hukum Huygen menjelaskan bagaimana gelombang merambat dengan melewati suatu titik, menjadikan titik tersebut sumber gelombang baru, dan seterusnya hingga terjadi perambatan gelombang. Sifat fisik batuan mengacu pada pembiasan gelombang seismik untuk menentukan kedalaman batuan dasar, litologi batuan dasar, kerusakan, dan kekerasan batuan

(Gardner, 1974). Kecepatan gelombang yang diperoleh diperhatikan pada tabel hubungan kecepatan gelombang seismik dengan kekerasan batuan yang dinyatakan dengan densitas batuan (Zulhelmi, 2018). Lapisan permukaan memiliki sifat fisik yang berbeda. Elastisitas dan kekerasan batuan merupakan salah satu ciri fisik lapisan bawah tanah. Kekerasan batuan menunjukkan kohesi batuan dan biasanya dinyatakan dalam kekuatan tekan (tekanan maksimum yang dapat ditahan batuan untuk melindungi dirinya dari patahan). Besarnya gaya putus dipengaruhi oleh

kerapatan dan kekompakan batu. Selain itu kerapatan dan kekompakan batu juga dipengaruhi oleh elastisitas batu (Nurdiyanto dkk, 2011).

METODE

Kegiatan penelitian ini dilakukan di Desa Sembalun Bumbung, Lombok Timur, NTB, Indonesia seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini terdiri dari seismograf PASI 16S24_P, kabel geophone, kabel trigger, power supply 12 volt, hammer and anvil (plat besi), geophone dan peralatan lainnya seperti

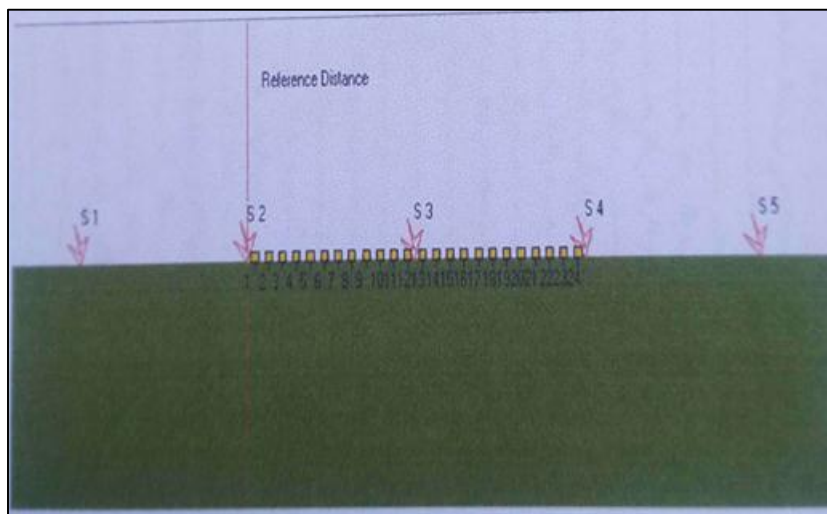
headphone, meteran, practical chat, global positioning. Sistem "GPS", sarung tangan, payung, dan buku log. Gambar 2 di bawah ini menunjukkan perangkat utama yang digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 2. (a) seismograph, (b) kabel geophone, (c) Kabel Trigger, (d) Palu dan Plat Besi (e) earphone, (f) meteran

Panjang lintasan utara-selatan adalah 24 meter dengan koordinat -8.378134 LS, 116.539175 BT dan -8.377545 LS, 116.538651 BT dan jarak antar geophone adalah 2 m, sehingga digunakan

24 geophone dalam penelitian ini. Gambar 3 menunjukkan diagram lintasan dan pemasangan geophone pada penelitian ini.



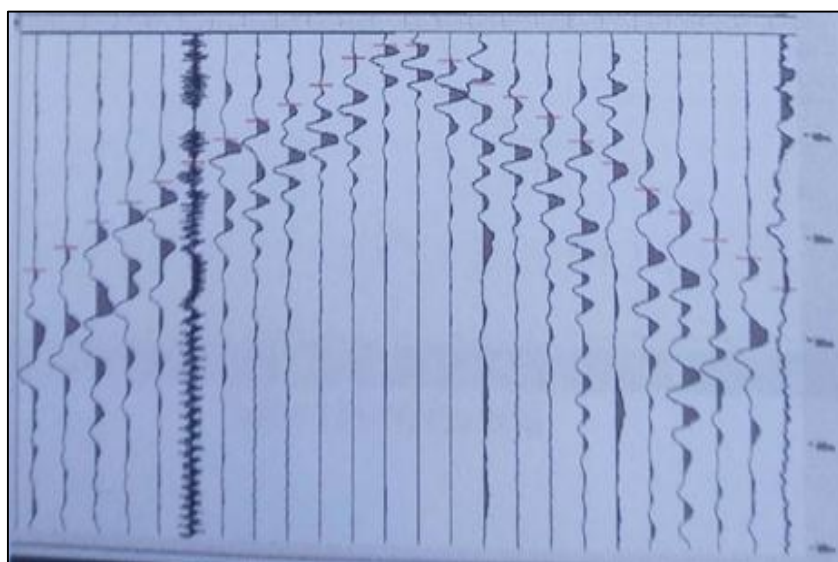
Gambar 3. Skema Lintasan dan Pemasangan Geophone

Berdasarkan diagram tersebut, akuisisi data seismik refraksi dilakukan dengan menggunakan model inline spacing. Perangkat lunak seismometer dengan program WinSism V.16 dan Plotrefa dengan metode Capture Time Processing digunakan untuk mengolah data seismik refraksi. Setelah dilakukan penelitian dalam bentuk kuliah lapangan, peneliti memberikan angket kepada calon calon guru untuk melihat tanggapan

mereka terhadap metode ceramah yang dilaksanakan dalam bentuk kuliah lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data seismik refraksi tahan picking ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini:

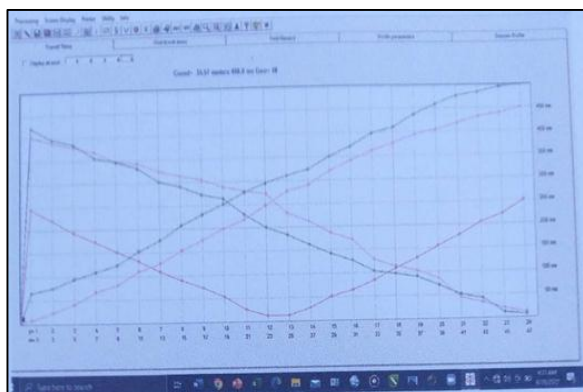


Gambar 4. Proses Picking Data Seismik Refraksi

Proses picking dilakukan untuk tentukan waktu kedatangan gelombang-P pertama (fraksi

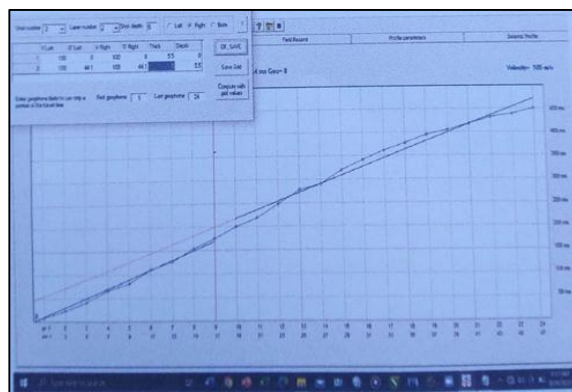
pertama) yang tiba di setiap geofon. Gathering dilakukan secara manual dengan terlebih dahulu

melakukan zoom in pada gelombang pertama agar dapat melihat kapan gelombang tersebut tiba. Ketika waktu kedatangan gelombang pertama dari masing-masing geophone diketahui, kurva waktu terbang dibuat. Kurva time-of-flight adalah kurva proporsional dari jarak masing-masing geophone dari sumber gelombang seismik ke waktu kedatangan gelombang pertama masing-masing geophone. Kurva time-of-flight dapat digunakan untuk menunjukkan jumlah lapisan batuan yang teridentifikasi dari



Gambar 5. Kurva Travel Time

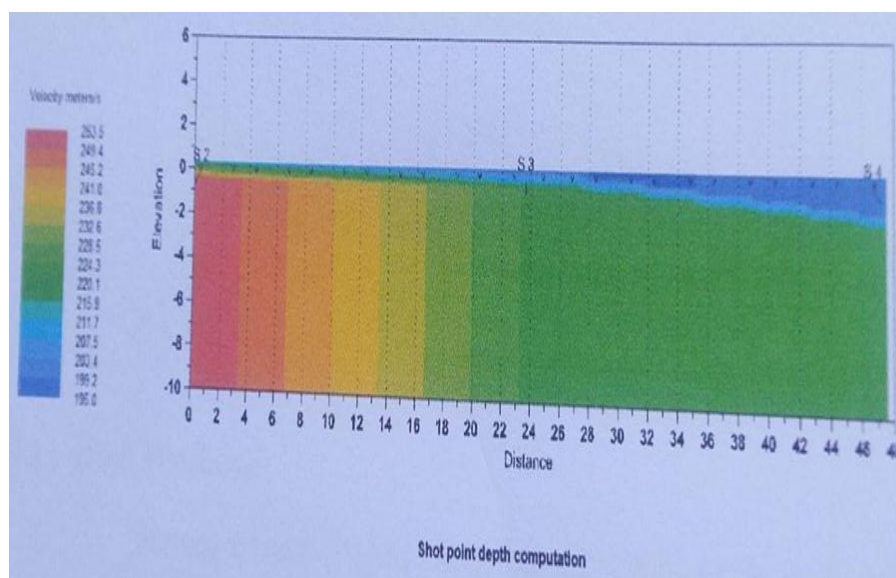
hasil survei seismik refraksi. Lapisan tersebut terlihat dari banyaknya perbedaan kemiringan. Waktu tempuh menunjukkan bahwa kecepatan rambat gelombang seismik pada lapisan berubah dengan perbedaan densitas antar lapisan batuan. Kurva waktu perjalanan dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini. Setelah itu, proses dilanjutkan untuk menentukan kecepatan gelombang seismik pada masing-masing lapisan beserta ketebalannya. Hasilnya seperti Gambar 6 berikut ini:



Gambar 6. Kecepatan Gelombang Seismik di Lapisan dan Ketebalan Lapisan

Selanjutnya, interpretasi untuk melihat Gambaran bawah permukaan dihasilkan. Tujuannya adalah untuk mengetahui litologi batuan di daerah penelitian. Litologi batuan ini

diketahui dari ketebalan lapisan bawah tanahnya. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Penampang 2D Lapisan Bawah Permukaan

Berdasarkan Gambar 7 jumlah lapisan yang terdeteksi adalah 2 lapisan. Lapisan pertama memiliki ketebalan 1,8 meter dan lapisan kedua 8,2 meter. Jenis batuan terdeteksi berdasarkan

Tabel 1 berikut ini (Reynold, 1976), (Telford, 1990). Lapisan pertama adalah tanah dan lapisan kedua adalah pasir halus kering yang permeabel terhadap air.

Tabel 1 : Kecepatan seismik gelombang-P untuk berbagai jenis batuan sedimen

Jenis Material	Reynold (1976)	Burger (1992)
	V_p (m/s)	V_p (m/s)
Tanah	100-500	250-600
Pasir Kering	200-1000	200-2200
Pasir & Kerikil	400-2300	400-1500
Lempung	1000-2500	1100-2500
Batuan Pasir	1400-4500	2000-4500
Batu Gamping	1700-7000	2000-6000

Pembahasan

Salah satu tantangan abad 21 dalam dunia pendidikan adalah melatih guru fisika yang mengetahui tentang proses ilmiah dan menggunakan teknologi digital, yang mengetahui bagaimana menerapkan konsep-konsep ilmiah dalam kehidupan untuk kepentingan kesejahteraan manusia, untuk mendukung kegiatan pembelajaran (Anwar, Rusdiana, Kaniawati, & Viridi, 2017; Firdaus, Setiawan, & Hamidah, 2017; Muhali, 2019). Literasi sains calon guru fisika yang meliputi karya ilmiah dan keterampilan pemecahan masalah masih lemah (Taufik, Sukmadinata, Abdulhak, & Tumbelaka, 2010), sebagai contoh kompetensi dan kreativitas guru dalam memecahkan masalah, karena alat praktikum yang tidak tersedia peralatan teknis digital sebagai alternatif (seperti laboratorium virtual) masih lemah (Anwar et al., 2017). Salah satu faktor yang melemahkan kemampuan riset seorang guru adalah program pendidikan guru yang tidak mengajarkan penggunaan teknologi secara maksimal (Jona & Adsit, 2008). Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran calon guru fisika di LPTK belum mampu mendorong peningkatan kompetensi kegiatan ilmiah secara memadai. Keterampilan seorang guru fisika meliputi kemampuan bereksperimen dengan cara-cara yang membutuhkan tingkat berpikir yang lebih tinggi. Oleh karena itu, Wenning merekomendasikan model pembelajaran praktis yang dapat diterapkan untuk mengembangkan berpikir tingkat tinggi pada calon guru fisika. (Wattimena, Suhandi, & Setiawan, 2014). Studi Wattimena et al. (2014) menunjukkan bahwa selama ini guru lebih mengenal bentuk-bentuk praktik melalui pelatihan atau workshop dan bukan melalui program perkuliahan. Mengenai isi materi, hasil penelitian menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang salah paham tentang panjang gelombang, kecepatan rambat gelombang, dan sifat gelombang (Admoko, Yantidewi, &

Oktafia, 2019). Goodhew et al. (2019) Karya makalahnya juga menunjukkan bahwa banyak siswa memahami bahwa kecepatan perambatan pulsa/bentuk gelombang tergantung atau ditentukan oleh generasinya. Masalah kurva atau diagram yang merepresentasikan suatu fenomena atau kejadian masih sulit dialami oleh siswa (Firdaus dkk, 2017; Taufik dkk, 2010). Sedangkan pembelajaran mahasiswa pada gelombang mata kuliah diatur dengan mendengarkan penjelasan dosen menggunakan slide, buku atau modul dengan materi berorientasi matematis analitis. (Khairil Anwar et al., 2017).

Calon guru siswa menerima penerapan konsep yang penting untuk mengaktifkan pembelajaran yang bermakna. Diharapkan mata pelajaran fisika tidak lagi menjadi hama dan kebosanan bagi siswa di masa mendatang. Konsep gelombang dapat diterapkan untuk menentukan struktur permukaan bumi. Gelombang yang digunakan adalah gelombang yang merambat di dalam bumi, yang disebut gelombang seismik, dan dengan mengintegrasikan konsep dan perangkat lunak, struktur permukaan permukaan bumi dapat diidentifikasi. Kegiatan penelitian ini diintegrasikan dalam bentuk kuliah lapangan di Sembalun Bumbung, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Pelatihan lapangan memberikan pengalaman, wawasan, dan dampak kepada calon guru. Zainal Abidin (2017) menunjukkan dalam penelitiannya bahwa mahasiswa puas dengan hasil kuliah lapangan dan evaluasi program menemukan bahwa pelaksanaan kuliah lapangan ekologi hewan dapat memenuhi harapan mahasiswa, akademisi dan waktu luang. Menurut Zainal Abidin, Eka Nurdiana (2020) menemukan bahwa ada korelasi antara kompetensi kepribadian dan evaluasi proyek dalam perkuliahan yang diberikan oleh mahasiswa atau calon guru program Pendidikan Geografi di Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat dipahami bahwa kuliah lapangan dapat menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan kemampuan profesional calon guru.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data seismik pada daerah persawahan Sembalun Bumbung, teridentifikasi struktur bawah permukaannya adalah: a) Salah satu penerapan konsep gelombang adalah penentuan struktur permukaan bumi dengan menggunakan gelombang seismik yang dibiarkan. b) Terdapat 2 lapisan dengan ketebalan 1,8 meter dan 8,2 meter, c) Lapisan pertama tanah dan lapisan kedua pasir halus. permeabel air kering, d) metode yang dapat digunakan dalam menerapkan pembelajaran aplikatif adalah kuliah lapangan, dan e) respon mahasiswa calon guru terhadap metode kuliah lapangan pada matakuliah pengantar geologi dan geofisika sangat baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada tim pada program studi Fisika di Fakultas MIPA Universitas Mataram atas dukungan yang tulus dari kelompok penelitian dalam penyelesaian studi dan makalah ini. Mahasiswa FKIP Universitas Mataram yang mengambil mata kuliah semester gasal 2021/2022 dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT senantiasa melindungi dan meridhoi setiap langkahmu dalam menunaikan tugas mendidik dan mencerdaskan anak bangsa.

REFERENSI

- Abidin, Z. (2017). Evaluasi Program Kuliah Lapangan Ekologi Hewan pada Sebuah Universitas Swasta di Kabupaten Kuningan Jawa Barat: *Jurnal Pendidikan dan Biologi*. 9(2), 1-6, from https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=zainal+abidin+%2B+evaluasi+program+kuliah+lapangan&btnG=
- Admoko, S., Yantidewi, M., & Oktafia, R. (2019). The Implementation of Guided Discovery Learning Using Virtual Lab Simulation To Reduce Students' Misconception on Mechanical Wave:

- Journal of Physics. Conference Series*, 1417,012089, from <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1417/1/012089>
- Anwar, K. (2017). Desain Pembelajaran Gelombang untuk Membentuk Calon Guru yang Terampil, Berbudaya dan Paham Teknologi Digital: *e-Saintika Journal*. 4(1), 26-37, from <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v4i1.179>
- Anwar, K., Rusdiana, D., Kaniawati, I., & Viridi, S. (2016). Pemanfaatan Aplikasi Smartphone Android sebagai Media Belajar Fisika. *Seminar Nasional Quantum*, (229), 71–82.
- Anwar, K., Rusdiana, D., Kaniawati, I., & Viridi, S. (2017). Profil Pembelajaran dan Pengajaran Fisika (Getaran-Gelombang) yang Sesuai Abad 21: *Paedagoria*, 8(2), 16–23.
- Anwar, K., Rusdiana, D., Kaniawati, I., & Viridi, S. (2018). Construction of basic concepts of waves through a “gambo” (traditional musical instrument). *AIP Conference Proceedings*, 2021. <https://doi.org/10.1063/1.5062747>
- Anwar, K., Rusdiana, D., Kaniawati, I., & Viridi, S. (2018). Construction of basic concepts of waves through a “gambo” (traditional musical instrument): *AIP Conference Proceedings*, 2021. <https://doi.org/10.1063/1.5062747>
- Anwar, K., Viridi, S., Rusdiana, D., & Kaniawati, I. (2016). PROSIDING SNIPS 2016 Telaah Alat Musik Tradisional Etnik Mbojo sebagai Media Pembelajaran Fisika. 481–490.
- Atmajaya (2008). *Investigasi Sub-Permukaan Tanah untuk Perencanaan Jalan Menggunakan Survei Pembiasan Seismik*. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Firdaus, T., Setiawan, W., & Hamidah, I. (2017). The Kinematic Learning Model using Video and Interfaces Analysis: *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), from <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012108>
- Fisika Sekolah Sebagai Penyiapan Mengembangkan Kreativitas Calon Guru: Gardner, G.H.F., Garder, L.W., & Gregory, A.R. (1974). *Formation Velocity and Density*

- the Diagnostic Basic for Stratigraphic Traps. *Jurnal Geophysics*, 39(1), 770-780.
- Goodhew, L. M., Robertson, A. D., Heron, P. R. L., & Scherr, R. E. (2019). Student conceptual resources for understanding mechanical wave propagation: *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 20127.
- Hayati, Sri (2005). Pedoman Praktik Kerja Lapangan Jurusan Pendidikan Geografi. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia
<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020127>
- Jona, K., & Adsit, J. (2008). Goals, guidelines, and standards for student scientific investigations. North American Council for Online Learning, (June). Retrieved from <http://www.inacol.org/>
Jurnal Pendidikan MIPA Universitas Lampung, 15(2).
- Lubis, A.M. (2005). Analisis Kecepatan Gelombang Seismik Bawah Permukaan di Daerah yang Terkena Dampak Gempa Bumi 4 Juni 2000 (Studi Kasus : Kampus Universitas Bengkulu). *Jurnal Gradien*, 1(2), 69-73.
- Nakif, N., Darsono, & Sorja K., (2013). Penentuan Tingkat Kekerasan Batuan Menggunakan Metode Seismik Refraksi di Jatikuwung Karang Anyar. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 3(1), 29-35.
- Nurdiana, E. (2020). Hubungan Praktik Kuliah Lapangan Terhadap Pembentukan Kompetensi Kepribadian Calon Guru: *Jurnal Geografi*. 12(1), 46-56, from <https://doi.org/10.24114/jg.v12i01.12397>
- Reynold, J.M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. England: Jhon Wiley & Sons, Ltd.
- Sismanto (1999). *Eksplorasi dengan Menggunakan Seismik Refraksi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Taufik, M., Sukmadinata, N. S., Abdulhak, I., & Tumbelaka, B. Y. (2010). Desain Model Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Dalam Pembelajaran IPA (Fisika) Sekolah Menengah Pertama Di Kota Bandung. *Berkala Fisika*, 13(2), 31–44.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. & Sheriff, R.E. (1990). *Applied Geophysics (Vol.1)*. Cambridge University Press.
- Wattimena, H., Suhandi, A., & Setiawan, A. (2014). Profil Penyelenggaraan Praktikum Zulhelmi, Rustan E., & Abdullah (2018). Penentuan Kerapatan Batuan Menggunakan Metode Seismik Refraksi di Desa Dalaka Kecamatan Sindue Kabupaten Donggala. *Jurnal Universitas Tadulako*, 17(1), 57-64.