

Identifikasi Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Seismik Refraksi Di Nagari Katialo Kabupaten Solok

Aviva Fajriati*, Afdal, Ahmad Fauzi Pohan

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 7 Februari 2022

Direvisi: 14 Februari 2022

Diterima: 17 Februari 2022

Kata kunci:

akuifer
gelombang sekunder
nagari katialo
seismik refraksi
water seismic index

Keywords:

aquifer
nagari katialo
shear waves
seismic refraction
water seismic index

Penulis Korespondensi:

Aviva Fajriati

Email: avivafajriati@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi potensi air tanah di Nagari Katialo Kabupaten Solok dengan menggunakan metode seismik refraksi. Data diambil dari dua lintasan dengan panjang masing-masingnya adalah 40 meter dan 35 meter. Pengolahan data menggunakan formulasi *water seismic index* (WSI). WSI digunakan dengan memanfaatkan gelombang sekunder sebagai indikator adanya air di bawah permukaan. Nilai indeks yang didapat pada penelitian ini adalah 0,8-1,2 yang menunjukkan keberadaan akuifer. Interpretasi data di daerah tersebut menunjukkan hasil bahwa lapisan bawah permukaan terdiri dari lapisan tanah atas yang terdiri dari kerikil dan *dry sand*, lapisan lempung, pasir yang bersifat meloloskan air dan pasir basah. Lapisan akuifer berada pada kedalaman 4–16 m dan 4-14 m yang dikategorikan sebagai akuifer dangkal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nagari Katialo Kabupaten Solok memiliki potensi air tanah.

A Research to identify the potential of groundwater in Nagari Katialo Solok Regency using seismic refraction methods has been conducted. The data was taken from two tracks with lengths of 40 and 35 meters. Data processing using the water seismic index (WSI) formulation. WSI is used by exploiting shear waves as an indicator of the presence of water below the surface. The index value obtained in this research is 0.8-1.2 which indicates the presence of aquifers. Interpretation of data in the area shows the result that the subsurface layer consists of an upper layer of soil consisting of gravel and dry sand, clay layer, saturated soil and wet sand. The aquifer layer of one of the tracks is at a depth of 4 – 16 meters and 4-14 meters which is categorized as a shallow aquifer. The results showed that Nagari Katialo Solok Regency has the potential of groundwater.

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved



I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang mempunyai peranan yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Kebutuhan air yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk menyebabkan terjadi permasalahan air baik dari segi jumlah maupun kualitasnya (Cahyadi dkk., 2017). Air bersih yang dibutuhkan manusia berasal dari air permukaan dan air tanah. Ketersediaan air permukaan dan kualitasnya semakin berkurang, oleh karena itu dilakukan pemanfaatan sumber air yang berada di dalam tanah yang disebut dengan air tanah (Naryanto dkk., 2020).

Air tanah merupakan air yang tersimpan di dalam lapisan tanah atau lapisan batuan di bawah permukaan tanah. Kondisi air tanah dipengaruhi oleh kondisi material tanah, kecuraman lereng serta banyaknya vegetasi dan curah hujan. Air tanah berada pada suatu akuifer yang merupakan formasi batuan yang dapat menyimpan air (Wibowo, 2015). Air tanah tersebut bisa dimanfaatkan untuk sumur atau mata air, untuk memanfaatkan air tanah dalam memenuhi kebutuhan air bersih maka perlu diketahui potensi air tanah.

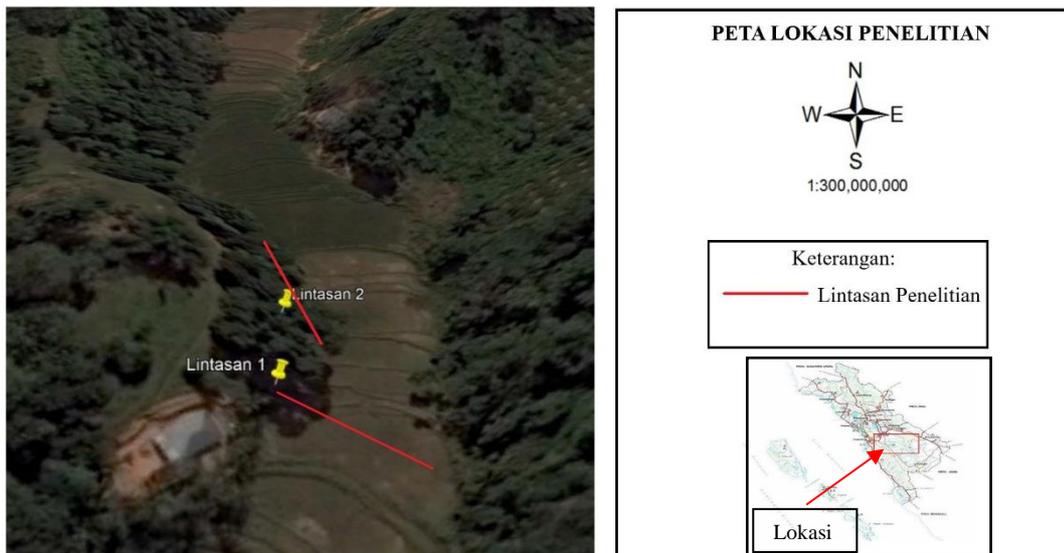
(Ali dkk., 2012) berpendapat bahwa air tanah dapat diprediksi dengan metode seismik refraksi. Metode seismik refraksi didasarkan pada waktu penjalaran gelombang yang merambat ke dalam bumi, sehingga waktu tempuh gelombang antara sumber getaran dengan penerima akan menghasilkan nilai kecepatan serta kedalaman lapisan (Pesma dkk., 2020). Pada metode seismik refraksi terdapat beberapa interpretasi dasar yaitu, metode *intercept time*, waktu tunda (*delay time*) dan rekonstruksi gelombang (Raharjo, 2002). Pada pengembangan lebih lanjut, terdapat metode lain yaitu metode Hagiwara. Metode Hagiwara adalah pengembangan dari metode *delay time*. Metode ini memiliki kelebihan yaitu dapat menunjukkan bentuk lapisan bawah permukaan berdasarkan kontur bawah permukaan daerah pengukuran (Refrizon dkk., 2009). Selain interpretasi, metode seismik refraksi juga didukung dengan berbagai formulasi, yaitu *ground reciprocal method* dan *water seismic index*. Formula *Water Seismic Index* (WSI) adalah cara pengolahan data yang bisa digunakan untuk membedakan perambatan gelombang kompresi dan geser pada media fisik. Formula WSI efektif digunakan karena dapat memberikan informasi mengenai level maupun keberadaan muka air tanah (Grelle dan Guadagno, 2009). Menurut Zelt dkk. (2006) dengan memanfaatkan kecepatan gelombang yang didapat pada metode seismik refraksi serta didukung oleh formula WSI maka keberadaan air tanah akan dapat terdeteksi sebagai air statis atau air yang mengalir di bawah permukaan tanah.

Metode seismik refraksi banyak digunakan untuk penelitian seperti yang dilakukan oleh Retnaningtyas (2016) tentang investigasi zona-zona akuifer di Kecamatan Silo Kabupaten Jember. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa tiap lapisan bawah permukaan memiliki tiga lapisan dengan material yang berbeda-beda, lapisan tanah tersebut terdeteksi adanya air tanah dengan 3 kedalaman 16,84 m hingga 17,48 m. Selain itu pernah juga dilakukan oleh Pesma, dkk. (2020) dalam memprediksi lapisan akuifer dengan metode seismik refraksi hasil penelitian memperlihatkan bahwa lapisan akuifer berada pada kedalaman 12 m dengan material batuan sedimen lempung tersaturasi sebagai zona target. Metode seismik refraksi menggunakan pengolahan data WSI juga sudah pernah dilakukan oleh Grelle dan Guadagno (2009), hasil penelitian didapatkan model spasial WSI yang terbagi menjadi tiga bagian yang disesuaikan dengan sirkulasi air tanah.

Sumber air yang digunakan di Nagari Katialo berasal dari air sungai dan beberapa sumur yang letaknya jauh dari pemukiman warga, ketika musim kemarau volume air sungai menjadi berkurang dan makin mempersulit keberadaan air. Berdasarkan kondisi daerah Nagari Katialo pengairan sawah hanya bergantung pada musim hujan, sehingga warga di wilayah tersebut hanya mampu menanam padi sekali dalam setahun. Seiring bertambahnya jumlah penduduk maka semakin banyak kebutuhan air yang harus dipenuhi sedangkan untuk melakukan pengeboran air sumur masih perlu acuan titik lokasi yang pasti, mengingat daerah Nagari Katialo yang mata pencaharian sehari-harinya adalah bertani. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui adanya zona akuifer sehingga dapat diketahui potensi air tanah dengan menggunakan metode seismik refraksi didukung dengan formula WSI di Nagari Katialo.

II. METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan Oktober 2020 – Desember 2021. Tempat penelitian terletak di Jorong Batu Gadang, Nagari Katialo, Kecamatan X Koto di Atas, Kabupaten Solok, Sumatera Barat yang terletak pada koordinat 0°41'32" LS dan 100° 39'52" BT seperti Gambar 1. Akuisisi data dilakukan dengan mengambil dua buah lintasan yang secara geologi dapat mendukung kondisi air tanah yang bagus dan keberadaan sumur di Nagari Katialo. Panjang lintasan yang digunakan pada penelitian ini masing-masingnya adalah 40 dan 35 m. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika Universitas Andalas dengan menggunakan Matlab R2015a. kemudian untuk memunculkan tomografi profil kedalaman air tanah dengan menggunakan Surfer 10.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Kecepatan Rambat Gelombang Seismik Refraksi

Dari akuisisi data seismik refraksi yang telah dilakukan, maka didapatkan data *first break* waktu tempuh gelombang seismik untuk kedua lintasan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Data *first break* ditunjukkan pada kolom *forward* dan *reverse*, data tersebut menunjukkan bahwa semakin jauh jarak *geophone* maka nilai tiba gelombangnya semakin besar. Hal ini disebabkan oleh lintasan yang ditempuh gelombang dari sumber semakin jauh. Kemudian, dengan menggunakan metode Hagiwara yang memanfaatkan nilai *forward* dan *refract* akan diperoleh nilai kecepatan primer pada lapisan pertama, sedangkan dari nilai gelombang pantul (*forward refract* dan *reverse refract*) akan diperoleh nilai kecepatan primer pada lapisan kedua. Kemudian berdasarkan analisis Hagiwara nilai t'_{AP} dan nilai t'_{BP} maka akan didapat nilai kedalaman setiap lapisan seperti pada kolom kedalaman (h) yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 1 Hasil *first break* waktu tempuh gelombang Lintasan 1

Posisi	Jarak (m)	Forward (ms)	Reverse (ms)	Forward Refract	Reverse Refract	t'_{AP}	t'_{BP}	h
shot maju	0	0	186	0	185,37	13,81	13,81	0
	1	50	180	50,00	181,48	9,23	40,76	0,45
	5	58	166	58,00	165,94	5,46	52,53	2,43
	10	78	145	78,00	146,51	5,75	72,24	4,30
	15	99	128	99,00	127,08	6,53	92,46	7,70
	20	130	98	129,82	98,00	7,40	122,41	7,65
	25	155	89	156,20	89,00	16,10	140,10	12,10
	30	180	83	182,59	83,00	26,29	156,30	16,80
Shot balik	35	209	52	208,98	52,00	23,98	184,99	15,32
	40	234	48	235,36	48,00	35,18	200,18	22,48

Tabel 2 Hasil first break waktu tempuh gelombang Lintasan 2

Posisi	Jarak (m)	Forward (ms)	Reverse (ms)	Forward Refract	Reverse Refract	t'_{AP}	t'_{BP}	h
shot maju	0	0	186	0	185,37	13,81	13,81	0
	1	50	180	50,00	181,48	9,23	40,76	0,45
	5	58	166	58,00	165,94	5,46	52,53	2,43
	10	78	145	78,00	146,51	5,75	72,24	5,50
	15	99	128	99,00	127,08	6,53	92,46	7,70
	20	130	98	129,82	98,00	7,40	122,41	7,65
	25	155	89	156,20	89,00	16,10	140,10	11,75
	30	180	83	182,59	83,00	26,29	156,30	16,80
Shot balik	35	209	52	208,98	52,00	23,98	184,99	15,32
	40	234	48	235,36	48,00	35,18	200,18	22,48

Nilai kecepatan rata-rata gelombang primer pada kedua lintasan dapat ditunjukkan pada Tabel 3, dimana v_1 adalah kecepatan gelombang pada lapisan pertama sedangkan v_2 adalah kecepatan gelombang pada lapisan kedua. Perbedaan kecepatan gelombang primer pada dua buah lapisan bawah permukaan artinya terdapat kondisi litologi bawah permukaan yang berbeda. Hal ini dikarenakan medium bumi dianggap dalam kondisi yang berlapis-lapis sehingga setiap lapisannya akan menjalarkan gelombang seismik dengan kecepatan yang berbeda (Pesma dkk., 2020).

Tabel 3 Data kecepatan rata-rata gelombang primer seismik refraksi

Lintasan	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)
1	185,70	257,33
2	651,89	777,06

Tabel 4 Data kecepatan rata-rata gelombang sekunder seismik refraksi

Lintasan	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)
1	170,09	227,59
2	557,14	613,49

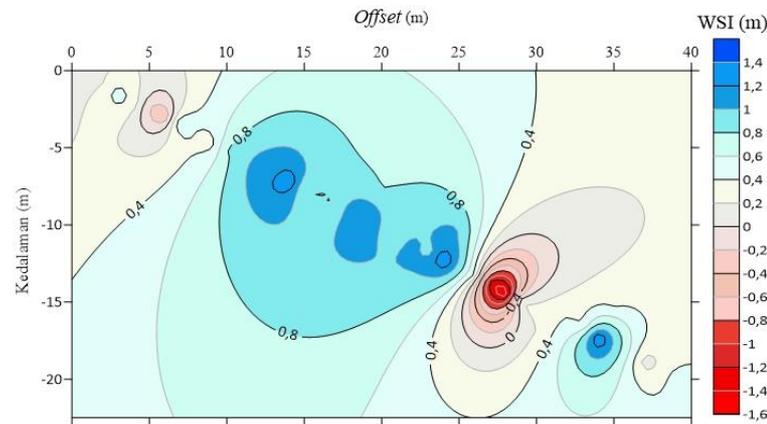
Dengan menggunakan langkah yang sama dalam memperoleh nilai kecepatan rata-rata gelombang primer, maka didapat nilai kecepatan rata-rata gelombang sekunder pada kedua lintasan seperti pada Tabel 4 untuk mengetahui sebaran akuifer. Pada Tabel 3 dan Tabel 4 dapat diketahui bahwa kecepatan primer memiliki nilai yang lebih besar daripada kecepatan sekunder, Hal ini bersesuaian dengan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Safrima dkk. (2021). Perbedaan nilai kecepatan gelombang primer dan gelombang sekunder di atas dapat membuktikan bahwa gelombang telah menempuh suatu cairan yang berada di bawah permukaan tanah karena karakteristik gelombang sekunder adalah tidak dapat melewati suatu fluida (Syafitri, 2019). Selisih kecepatan gelombang primer dan sekunder akan digunakan untuk menentukan sebaran nilai WSI yang menunjukkan keberadaan air tanah (Syafitri, 2019).

3.2 Interpretasi Kecepatan Gelombang Seismik Pada Material Tanah

Berdasarkan kecepatan gelombang pada material (Telford dkk., 1990), maka didapat jenis material tanah tiap lapisan. Nilai kecepatan gelombang seismik dan kedalaman diperoleh dengan menggunakan Metode Hagiwara. Lintasan 1 lapisan pertama memiliki kecepatan rata-rata gelombang seismik 185,70 m/s dengan kedalaman 4,3 m, lapisan ini diinterpretasikan sebagai lapisan tanah atas (*top soil*). Lapisan kedua memiliki kecepatan rata-rata rambat gelombang 257,33 m/s dengan kedalaman 12,1 m, lapisan ini diinterpretasikan sebagai lapisan pasir yang bersifat meloloskan air dan lapisan lempung. Pada Lintasan 2, lapisan pertama memiliki kecepatan rata-rata gelombang seismik 651,89 m/s dengan kedalaman 5,5 m, lapisan ini diinterpretasikan sebagai lapisan tanah atas yang terdiri dari kerikil serta dry sand. Lapisan kedua memiliki kecepatan rata-rata rambat gelombang 777,06 m/s dengan kedalaman 11,75 m, lapisan ini diinterpretasikan sebagai lapisan pasir basah.

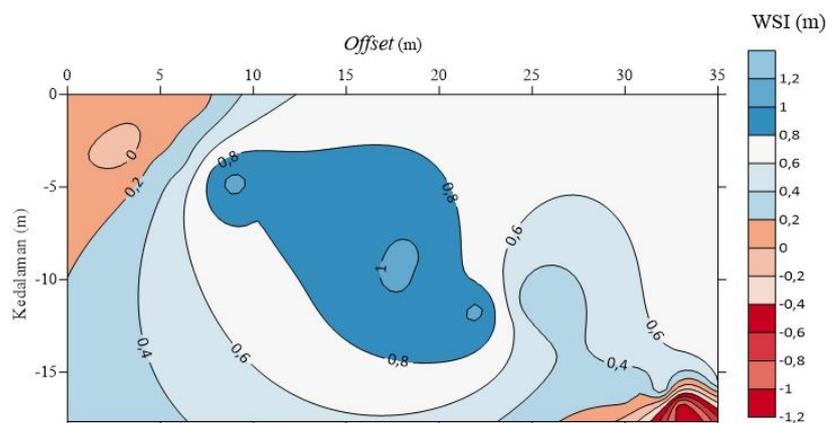
3.3 Interpretasi Water Seismic Index 2D

Interpretasi didasarkan pada keadaan topografi lintasan seismik refraksi, serta parameter potensi air tanah. Berdasarkan hasil interpretasi dan hasil pengolahan data berupa kecepatan rambat gelombang primer dan gelombang sekunder, didapat nilai WSI untuk mengetahui keberadaan muka air tanah. Untuk menggambarkan kondisi persebaran air tanah, maka dilakukan pemodelan tomografi 2 dimensi WSI pada Lintasan 1 seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Model Sebaran WSI 2D Lintasan 1

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa sebaran nilai indeks WSI memperlihatkan sebaran air tanah yang beragam. Berdasarkan distribusi WSI Grelle dan Guadagno (2009), nilai indeks WSI yang lebih dari 0,8 (warna biru) berarti lapisan tersebut dapat diinterpretasi sebagai lapisan akuifer. Sedangkan indeks WSI yang kurang dari 0,8 menunjukkan keberadaan tanah lempung yang memiliki sifat akuifer buruk, sehingga resapan air berhenti pada lapisan tanah lempung ini. Berdasarkan Gambar 2 akuifer berada pada kedalaman 4 hingga 16 meter dari permukaan tanah di lintasan 10 hingga 25 meter. Pada Lintasan 1 menunjukkan bahwa terdapat akuifer yang saling terhubung, tetapi akuifer-akuifer tersebut dikelilingi oleh tanah lempung yang menandakan bahwa resapan air hanya terhenti di lapisan tanah lempung, sehingga lintasan ini dikategorikan pada kawasan yang air nya sulit untuk dieksploitasi. Pada kondisi Lintasan 1 yang sudah dijelaskan dapat diidentifikasi bahwa keadaan ini disebut sebagai akuitar yang artinya lapisan ini dapat menyimpan air akan tetapi lapisan ini hanya bisa mengalirkan air dalam jumlah yang terbatas, karena ada lapisan yang membatasi gerakan air yaitu berupa lapisan lempung.



Gambar 3 Model Sebaran WSI 2D Lintasan 2

Untuk menggambarkan kondisi persebaran air tanah, maka dilakukan pemodelan tomografi 2 dimensi WSI pada Lintasan 2 seperti pada Gambar 3. Dari kondisi pemodelan WSI serta kedalaman akuifer yang diperoleh, diketahui bahwa semakin jauh jarak maka semakin dalam kedalaman akuifer yang dapat terdeteksi. Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa sebaran nilai indeks WSI memperlihatkan sebaran air tanah yang beragam. Berdasarkan distribusi WSI Grelle dan Guadagno (2009), nilai indeks

WSI yang lebih dari 0,8 (warna biru) berarti lapisan tersebut dapat diinterpretasi sebagai lapisan akuifer. Dari keadaan tersebut juga didukung bahwa Lintasan 2 memiliki bentuk lahan yang landai sehingga bisa dikategorikan dengan zona tangkapan air yang cukup baik. Berdasarkan Gambar 3 akuifer berada pada kedalaman 4 hingga 14 meter dari permukaan tanah di lintasan 7 hingga 23 meter. Lintasan 2 memiliki litologi berupa kerikil, *dry sand* serta pasir basah, artinya pada kondisi lapisan ini air akan sangat mudah terisi dan dilewati oleh air sehingga bisa terbentuk akuifer. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3 yang memiliki nilai indeks WSI yang menggambarkan keberadaan akuifer yang luas. Dalam penelitian dapat diketahui bahwa metode seismik refraksi dapat diaplikasikan untuk mendeteksi kedalaman air tanah dan didukung oleh sebaran nilai indeks WSI yang memiliki akuifer seperti pada hasil penelitian Grelle dan Guadagno (2009).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa nilai *Water Seismic Index* dapat mengidentifikasi kedua lintasan memiliki ketersediaan air tanah yang berbeda. Lintasan 1 masuk pada kategori daerah sulit eksploitasi air tanah, karena terdeteksi adanya akuifer artinya lapisan ini memiliki air tanah statis yang terdeteksi pada kedalaman 4-16 meter. Lintasan 2 termasuk pada kategori daerah mudah air tanah yang artinya bisa mengalirkan air tanah, yang terdeteksi pada kedalaman 4-14 meter. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Nagari Katialo memiliki ketersediaan air tanah yang bisa dimanfaatkan untuk masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N., Saad, R., Saidin, M.M. and Nordiana, M.M., (2012), "Applying Seismic Refraction Method in Depicting Geological Contact", *International Conference on Geological and Environmental Sciences*, Vol. 36, pp. 59–63.
- Cahyadi, A., Suprayogi, S., Purnama, S. and Agniy, R.F., (2017), "Potensi Airtanah Statis Di Daerah Tangkapan Air Goa Pindul Kabupaten Gunungkidul", *Prosiding Seminar Nasional Geografi Lingkungan I*, INA-Rxiv.
- Grelle, G. and Guadagno, F.M., (2009), "Seismic Refraction Methodology For Groundwater Level Determination: 'Water Seismic Index'", *Journal of Applied Geophysics*, Elsevier, Vol. 68 No. 3, pp. 301–320.
- Naryanto, H., Khaerani, P., Trisnafiah, S., Shomim, A.F. and Tejakusuma, I.G., (2020), "Identifikasi Potensi Airtanah untuk Kebutuhan Penyediaan Air Bersih dengan Metode Geolistrik: Studi Kasus di Kawasan Geotech, Puspipetek Serpong Groundwater Identification for Clean Water Needs Using Geoelectrical Method in Geotech Building Area, Pusp", *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 21 No. 2, pp. 204–212.
- Pesma, R.A., Erlangga, M.P., Putri, I.A. and Antosla, R.M., (2020), "Prediksi Lapisan Akuifer Dengan Menggunakan Metode Seismik Refraksi Di Desa Jatimulyo, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan", *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, Vol. 6 No. 2, pp. 91–100.
- Raharjo, S.A., (2002), "Analisis Kecepatan Perambatan Gelombang Bias Pada Medium Dan Faktor Kualitas Medium Di Lereng Barat Gunung Merapi", *Skripsi, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada*.
- Refrizon, S. and Natalia, K., (2009), "Visualisasi Struktur Bawah Permukaan dengan Metode Hagiwara", *Jurnal Gradien*.
- Retnaningtyas, R.A.D., (2016), "Investigasi Zona-Zona Akuifer Di Daerah Baban Kecamatan Silo Kabupaten Jember Dengan Menggunakan Metode Seismik Refraksi", *Skripsi, Universitas Jember, Jember*.
- Safriana, I., Pujiastuti, D. and Pohan, A.F., (2021), "Pemodelan Kedalaman Air Tanah pada Zona Sulit Air Bersih Desa Sijantang Kota Sawahlunto Menggunakan Formulasi Water Seismic Index", *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 10 No. 2, pp. 177–183.
- Syafitri, M.N., (2019), "Pemodelan Kecepatan Gelombang Geser Sampai Kedalaman 30 Meter (Vs30) Menggunakan Metode Horizontal Vertical Time Frequency Analysis (HVTFA)", *Disertasi, Universitas Brawijaya, Malang*.

- Telford, W.M., Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R.E., (1990), *Applied Geophysics*, Cambridge University Press.
- Wibowo, N.B., (2015), "Spatial Analysis Of Surface Aquifer Thickness Based Frequency Predominant In Bantul District", *Indonesian Journal of Applied Physics*, Vol. 5 No. 1, pp. 63–71.
- Zelt, C.A., Azaria, A. dan Levander, A., (2006), "3D Seismic Refraction Traveltime Tomography At A Groundwater Contamination Site", *Geophysics*, Society of Exploration Geophysicists, Vol. 71 No. 5, pp. H67–H78.