

IDENTIFIKASI ZONA LEMAH DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER DI KELURAHAN TERUSAN KECAMATAN MARO SEBO ILIR KABUPATEN BATANGHARI

Riadi Adriansyah¹, Lenny Marlinda², Ira Kusuma Dewi^{*}

¹Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jalan Raya Jambi – Ma. Bulian KM.15, Mendalo Indah, Jambi, Indonesia. Kode Pos 36361

²Program Studi Kimia Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jalan Raya Jambi – Ma. Bulian KM.15, Mendalo Indah, Jambi, Indonesia. Kode Pos 36361

*email: 0017018703@unj.ac.id

ABSTRAK

Wilayah Kabupaten Batanghari sebagian besar berada pada Daerah Aliran Sungai (DAS) sungai Batanghari. Kelurahan Terusan merupakan salah satu desa di Kecamatan Maro Sebo Ilir, Kabupaten Batanghari, Jambi yang terletak di sepanjang aliran sungai Batanghari tersebut. Keberadaan infrastruktur pada Kelurahan Terusan banyak yang terdapat di sepanjang aliran, sehingga menyebabkan pembebanan terhadap kondisi bawah permukaan yang tersusun oleh litologi sedimen-sedimen lepas yang saling menyisip pada lapisan diatas maupun dibawahnya. Hal tersebut menyebabkan berkurangnya daya dukung tanah dan berakibat terbentuknya zona lemah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur bawah permukaan serta mengidentifikasi lokasi zona lemah daerah penelitian. Akuisisi data dalam mengidentifikasi zona lemah menggunakan metode geolistrik konfigurasi wenner sebanyak 3 lintasan. Hasil penelitian berdasarkan pengolahan menggunakan software Res2dinv, berupa penampang 2D bawah permukaan. Hasil penelitian diperoleh litologi penyusun bawah permukaan terdiri dari endapan pasirhalus, lanau pasiran serta kerikil. Keberadaan lokasi zona lemah tersebar pada setiap lintasan. Berdasarkan hasil penampang 2D bawah permukaan zona lemah terdapat pada nilai resistivitas 4,06-17,04 Ωm , yang didominasi oleh pasirhalus.

Kata Kunci: Geolistrik; Konfigurasi wenner; Zona lemah; Amblesan

ABSTRACT

[Title: Identification of Weak Zones with the Wenner Configuration Geoelectrical Method in the Terusan Village, Maro Sebo Ilir District, Batanghari Regency] Most of the Batanghari Regency area is in the Batanghari River Watershed (DAS). Terusan Village is one of the villages in Maro Sebo Ilir District, Batanghari Regency, Jambi, which is located along the Batanghari river. The existence of many infrastructures in the Terusan Village can be found along the river, thus causing a burden on the subsurface conditions which are composed of loose lithology of sediments that insert into each other in the layers above and below it. This causes a reduction in the carrying capacity of the soil and results in the formation of a weak zone. This study aims to determine the subsurface structure and identify the location of the weak zone in the study area. Data acquisition in identifying weak zones uses the Wenner configuration geoelectric method of 3 lines. The results of the research are based on processing using Res2dinv software, in the form of 2D subsurface sections. The research results obtained that the subsurface lithology consists of deposits of fine sand, silt and gravel. The existence of weak zone locations is scattered on each track. Based on the results of a subsurface 2D section, the weak zone is found at a resistivity value of 4.06-17.04 Ωm , which is dominated by fine sand.

Keywords: Geoelectric; Wenner configuration; Weak zone; Subsidence

PENDAHULUAN

Wilayah Kabupaten Batanghari dari segi Geomorfologis merupakan daerah landai, memiliki kemiringan berkisar 0-8% (92,28%). Kondisi geologi dan keadaan struktur tanah Kabupaten Batanghari terdiri dari dua jenis, yaitu Alluvial dan Podsolik Merah Kuning. Tanah Alluvial berada di sekitar Sungai Batanghari dan Sungai Batang Tembesi. Sebagian besar wilayah Kabupaten Batanghari berada

pada Daerah Aliran Sungai (DAS) sungai Batanghari dengan rawa-rawa sepanjang tahun tergenang air. Kelurahan Terusan termasuk daerah di Kabupaten Batanghari yang terletak di sepanjang aliran sungai Batanghari tersebut (Diskominfo Kab. Batanghari, 2017). Keberadaan sungai Batanghari menjadi salah satu sumber kebutuhan bagi masyarakat yang berada di sepanjang aliran sungai Batanghari, tak terkecuali

bagi masyarakat Kelurahan Terusan. Contohnya untuk kebutuhan air bersih maupun sumber perairan bagi pertanian. Bukan hanya itu, keberadaan sungai Batanghari bagi masyarakat Kelurahan Terusan juga sebagai penghasilan dari sektor perikanan, pertambangan pasir-batu serta sarana transportasi. Hal tersebut menyebabkan banyak infrastruktur yang berada di sepanjang aliran sungai, sehingga terjadi pembebanan oleh bangunan pemukiman warga maupun jalan transportasi (Investasi Infrastruktur Jangka Menengah (RPI2-JM) Kawasan Strategis Nasional Kluster A Kabupaten Batanghari, 2014).

Akibat pembebanan infrastruktur tersebut kondisi bawah permukaan menjadi lapuk, dikarenakan struktur tanah dan jenis batuan yang memiliki tingkat kepadatan rendah maupun pengaruh air yang menyebabkan terjadinya pembuburan tanah dan berpotensi amblesan (Yudiana et al., 2020).

Zona lemah merupakan zona pada batuan yang memiliki nilai resistivitas rendah ($<100\Omega m$) dan memiliki porositas yang tinggi. Zona lemah akan mengalami amblesan apabila terkena beban secara terus menerus. Zona lemah dapat dikatakan peristiwa bergesernya tanah dibawah permukaan bumi dari titik semula, sehingga permukaan tanah menjadi rendah. Keberadaan zona lemah dapat berupa sesar, zona geser lapisan dan material yang lemah (Ramadianti et al., 2019). Zona lemah memiliki nilai densitas yang kecil dan nilai porositas yang besar. Dan juga merupakan suatu lapisan batuan yang bersifat lunak dan tidak kompak. Zona lemah ini mengidentifikasi adanya suatu patahan, rekahan, amblesan maupun tanah lapuk (Fatoni et al., 2021).

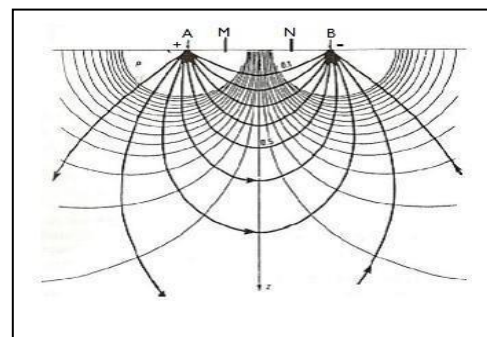
Metode Geolistrik adalah metode dalam geofisika yang digunakan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan dengan nilai resistivitas bawah permukaan. Hal tersebut dapat dianggap metode geolistrik efektif digunakan untuk mengidentifikasi zona lemah. Metode geolistrik mempelajari sifat aliran listrik dalam bumi dan teknis mengukurnya di permukaan bumi. Besaran fisika yang diukur yaitu resistivitas listrik, merupakan besaran yang menunjukkan tingkat hambatan listrik terhadap arus listrik terhadap suatu bahan berupa batuan (Bahri, 2005).

Akuisisi data dalam pengukuran metode geolistrik terdiri atas pengukuran baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus kedalam bumi. Output yang diperoleh yaitu adanya distribusi variasi resistivitas batuan bawah permukaan berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan diatas permukaan (Loke dan Barker, 1996). Penggunaan metode geolistrik lebih efektif untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 1000 kaki (Broto dan Afifah,

2008). Dalam mengidentifikasi keberadaan zona lemah, salah satu konfigurasi metode geolistrik yang cocok adalah konfigurasi *wenner*. Penggunaan konfigurasi ini dikarenakan untuk memperoleh sensitifitas yang tinggi untuk sumber anomali lokal yang berdekatan dengan permukaan secara lateral. Konfigurasi *wenner* memiliki susunan elektroda terletak dalam satu garis yang simetris terhadap titik tengah (Makmur et al., 2016). Berdasarkan uraian diatas tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui litologi bawah permukaan dan dapat mengidentifikasi zona lemah pada daerah penelitian. Sehingga dapat memberikan informasi mengenai keberadaan posisi zona lemah.

METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *wenner*. Prinsip dari metode geolistrik yaitu menginjeksikan arus dari permukaan kebawah permukaan dengan menggunakan *transmitter* berupa elektroda arus dan mencatat potensi bawah permukaan dengan menggunakan *receiver* berupa elektroda potensial (Bahri, 2005). Injeksi arus dalam metode geofisika menggunakan dua buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan kedalam tanah dengan jarak tertentu. Adanya aliran arus listrik akan dapat menimbulkan tegangan listrik dalam tanah. Tegangan yang ada dipermukaan diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui dua buah elektroda M dan N dimana jaraknya lebih pendek daripada jarak elektroda AB. Ketika jarak elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka akan menyebabkan tegangan listrik yang terjadi pada elektroda MN ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar (Effendy, 2012) seperti pada gambar 1:

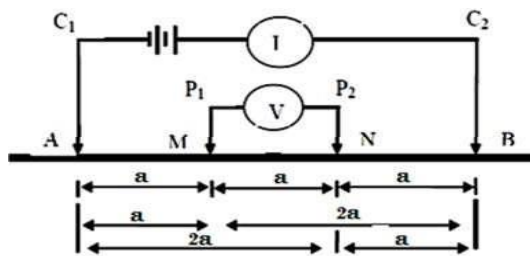


Gambar 1. Garis arus listrik dan medan potensial yang timbul karena adanya dua sumber arus (Reynolds, 1997).

Dalam penelitian ini konfigurasi yang digunakan adalah *wenner*. Konfigurasi *wenner* adalah sebuah konfigurasi yang dikembangkan oleh Wenner

di Amerika, merupakan suatu konfigurasi yang cocok untuk teknik *mapping* yang bertujuan untuk pemetaan geologi secara lateral. Keuntungan dari konfigurasi ini adalah sensitif terhadap resistivitas bawah permukaan. Kelemahannya adalah kurang cocok untuk mendeteksi struktur geologi secara vertikal karena mempunyai sensitivitas yang kecil terhadap perubahan resistivitas secara vertikal. Konfigurasi *wenner* hasil pengukuran resistivitas semu digunakan untuk input permodelan lapisan bawah permukaan dengan menghitung resistivitas sesungguhnya (*true resistivity*) dari lapisan tersebut (Alexsianus et al., 2022).

Konfigurasi *wenner* merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam eksplorasi geolistrik dengan susunan jarak antar elektroda yang sama panjang (Loke dan Barker, 1996). Pada Konfigurasi *Wenner* jarak antara elektroda arus adalah tiga kali jarak elektroda potensial, jarak potensial dengan titik *sounding*-nya adalah $2/a$, maka jarak masing-masing elektroda arus dengan titik *soundingnya* adalah $2/3a$. Target kedalaman yang mampu dicapai metode ini adalah $2/a$. Dalam akuisisi data lapangan susunan elektroda arus dan potensial diletakkan simetri dengan titik *sounding* (Telford et al., 1990). Dalam konfigurasi *wenner* terdiri atas dua elektroda arus dan dua elektroda potensial. Elektroda potensial terletak dibagian dalam sedangkan elektroda arus berada pada bagian luar dengan jarak antar elektroda adalah (a). Konfigurasi *wenner* memiliki kelebihan yaitu tidak memerlukan peralatan yang sensitif karena lebar spasi elektroda potensial yang besar, sedangkan kekurangannya yaitu semua elektorda harus dipindahkan untuk setiap pembacaan data resistivitas (Burger, 2006).



Gambar 2. Susunan Elektroda Konfigurasi *Wenner* (Loke dan Barker, 1996).

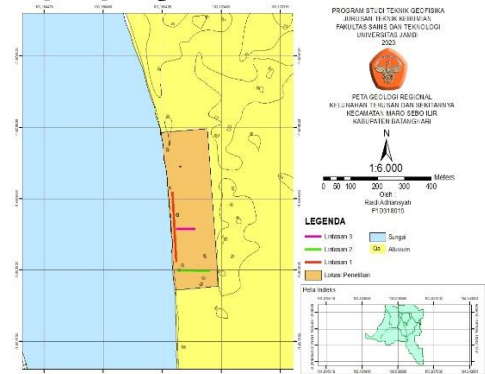
Pada tahanan jenis *mapping*, jarak spasi elektroda tersebut tidak berubah-ubah untuk setiap titik yang diamati (besar a tetap). Dalam prosedur *wenner*, empat buah elektroda dengan spasi yang sama dipindahkan secara keseluruhan dengan jarak yang tetap sepanjang garis pengukuran. Pemilihan spasi tergantung pada kedalaman lapisan yang akan dipetakan. Penelitian dilakukan di Kelurahan Terusan, Kecamatan Maro Sebo Ilir, Kabupaten

Batanghari. Akuisisi data meliputi penentuan lintasan survey, proses pengukuran data dilapangan serta pengolahan data menggunakan *software RES2DINV*.

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian adalah:

A. Persiapan

Dalam melaksanakan suatu penelitian, tahapan awal yang dilakukan adalah persiapan, yaitu dengan menentukan lokasi penelitian. Selanjutnya melakukan survei awal yang bertujuan untuk menentukan lintasan pengukuran, serta mempersiapkan alat-alat yang dibutuhkan selama penelitian. Berdasarkan Peta Geologi Regional lembar Muara Bungo, secara umum daerah penelitian terletak pada formasi batuan Alluvium (Qa). Formasi ini berumur kuartar holosen terdiri dari material lepas berupa bongkah, kerakal, kerikil, pasir, lanau dan lumpur yang berasal dari batuan yang lebih tua. Seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Geologi regional daerah penelitian.

B. Akuisisi data

Akuisisi data dilakukan sebanyak 3 lintasan. Menggunakan metode geolistrik konfigurasi *wenner*. Panjang lintasan 1 yaitu 200 m, panjang lintasan 2 yaitu 100 m dan panjang lintasan 3 yaitu 60 m, dengan spasi elektroda masing-masing lintasan adalah 5 m. Perbedaan panjang lintasan dikarenakan menyesuaikan kondisi daerah penelitian.

C. Pengolahan dan interpretasi data

Setelah dilakukan proses akuisisi data resistivitas di lapangan, diperoleh sejumlah data yang terdiri dari nilai kuat arus (I), beda potensial (V), spasi elektroda (a) dan faktor geometri (K). Setelah itu dilakukan proses pengolahan data menggunakan *microsoft excel*. Selanjutnya dilakukan proses pemodelan data resistivitas, dianalisis menggunakan *software geolistrik* agar didapatkan nilai resistivitas yang sebenarnya. Proses pengolahan data yang dilakukan di *microsoft excel* yaitu untuk menghitung nilai resistivitas semu berdasarkan nilai kuat arus dan beda potensial yang didapat

berdasarkan pengukuran di lapangan. Setelah itu dilakukan pengolahan data menggunakan software geofisika *RES2DINV*, yang digunakan untuk mendapatkan hasil penampang bawah permukaan secara 2-Dimensi. Hasil penampang secara 2-Dimensi menghasilkan kurva beserta nilai resistivitas dan citra warna yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi bawah permukaan pada setiap titik pengukuran. Citra warna tersebut mewakili nilai resistivitas bawah permukaan yang bernilai kecil sampai besar, berupa kelompok warna biru, hijau, orange, merah hingga ungu yang mewakili nilai resistivitas batuan. Sehingga dapat diinterpretasikan berdasarkan kondisi geologi regional daerah penelitian dan nilai resistivitas batuan Telford untuk mengetahui jenis litologi batuan bawah permukaan. Kemudian setelah diperoleh hasil interpretasi masing-masing lintasan dapat diketahui keberadaan lokasi zona lemah pada daerah penelitian.

Material	Resistivitas (Ωm)
Udara (Air)	~
Pirit (Pyrite)	0.01-100
Kwarsa (Quartz)	500-800000
Kalsit (Calcite)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Garam Batu (Rock salt)	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granit (Granite)	200-10000
Andesit (Andesite)	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal (Basalt)	200-10.0000
Gamping (Limestone)	500-10000
Batu pasir (Sandstone)	200-8000
Batu tulis (Shales)	20-2000
Pasir (Sand)	1-1000
Lempung (Clay)	1-100
Air tanah (Ground water)	0.5-300
Air asin (Sea water)	0.2
Magnetit (Magnetite)	0.01-1000
Kerikil kering (Dry gravel)	600-10000
Aluvium (Alluvium)	10-800
Kerikil (Gravel)	100-600

Gambar 4. Tetapan nilai resistivitas batuan (Telford et al., 1990).

HASIL DAN PEMBAHASAN

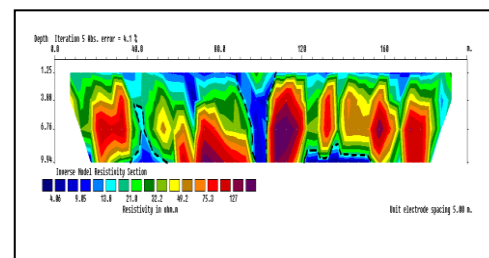
Penelitian untuk mengidentifikasi Zona Lemah berdasarkan nilai resistivitas batuan dilakukan di Kelurahan Terusan, Kecamatan Maro Sebo Ilir, Kabuptaen Batanghari. Metode yang digunakan adalah metode geofisika konfigurasi *wenner* dengan akuisisi pengambilan data sebanyak 3 lintasan. Konfigurasi *wenner* memiliki keuntungan sensitif terhadap resistivitas bawah permukaan. Konfigurasi *wenner* hasil pengukuran resistivitas semu digunakan untuk input permodelan lapisan bawah permukaan dengan menghitung resistivitas sesungguhnya (*true resistivity*) dari lapisan tersebut. Dari hasil pengukuran dalam penentuan lokasi zona lemah didapat berdasarkan penampang 2-Dimensi pada tiap

lintasan. Untuk kondisi bawah permukaan yang didapat dengan kedalaman 1,25 - 9,94 m berdasarkan variasi nilai resistivitas data lapangan dapat dilihat pada tabel 1 dibawah:

Tabel 1. Nilai Resistivitas yang didapatkan dilapangan.

No.	Skala Warna	Nilai Tahanan Jenis	Jenis Endapan
1.		4,06-17,05 Ωm	Pasir halus
2.		17,04-75,3 Ωm	Lanau pasir
3.		>75,3 Ωm	Kerikil

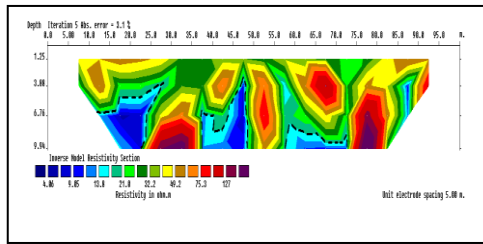
Lintasan 1



Gambar 5. Hasil inversi lintasan 1

Keberadaan litologi yang didapat dari pengolahan data diinterpretasikan berdasarkan geologi regional daerah penelitian yaitu Formasi Alluvium (Qa). Pada penampang resistivitas lintasan 1 terdapat beberapa jenis endapan. Yang pertama adalah endapan lanaupasiran, keberadaannya menyebar pada setiap lintasan. Selanjutnya ada endapan kerikil, keberadaannya menyebar dan menyisip pada lapisan lanau. Keberadaan posisi zona lemah pada lintasan 1 menyebar dan menyisip dilapisan lanaupasiran. Pertama keberadaannya menyisip dilapisan lanaupasiran pada interval lintasan yaitu 35-55 m, pada kedalaman 4-10 m dengan ketebalan ± 6 m. Kedua keberadaannya menyisip dilapisan lanaupasiran pada interval lintasan yaitu 90-108 m, pada kedalaman 1-10 m dengan ketebalan ± 9 m. Selanjutnya keberadaannya menyebar dilapisan lanaupasiran pada interval 120-155 m, pada kedalaman 9-10 m dengan ketebalan ± 1 m.

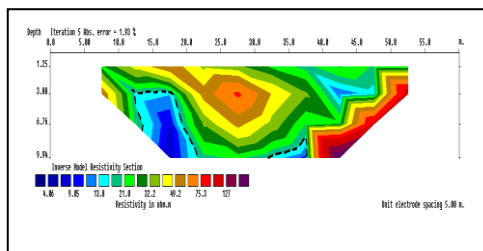
Lintasan 2



Gambar 6. Hasil inversi lintasan 2

Keberadaan litologi yang didapat dari pengolahan data diinterpretasikan berdasarkan geologi regional daerah penelitian yaitu Formasi Aluvium (Qa). Pada penampang resistivitas lintasan 2 terdapat beberapa jenis endapan. Yang pertama adalah endapan lanaupasiran, keberadaannya menyebar disepanjang lintasan. Selanjutnya terdapat endapan kerikil, keberadaannya menyebar dan menyisip diantara endapan lanaupasiran. Keberadaan zona lemah pada lintasan 2 menyebar dan menyisip diantara endapan lanaupasiran. Posisi zona lemah pertama menyisip dan menyebar dilapisan lanaupasiran, berada pada interval 12,5-25 m, pada kedalaman 4-10 m dengan ketebalan ± 6 m. Posisi kedua menyisip dilapisan lanaupasiran, berada pada interval 37,5-47,5 m, pada kedalaman 2-10 m dengan ketebalan ± 8 m. Posisi ketiga menyebar dilintasan, berada pada interval 57,5-72,5 m, pada kedalaman 8-10 m dengan ketebalan ± 2 m.

Lintasan 3



Gambar 7. Hasil inversi lintasan 3

Keberadaan litologi yang didapat dari pengolahan data diinterpretasikan berdasarkan geologi regional daerah penelitian yaitu Formasi Aluvium (Qa). Pada penampang resistivitas lintasan 3 terdapat beberapa jenis endapan. Yang pertama adalah endapan lanaupasiran, keberadaannya menyebar disepanjang lintasan. Setelah itu terdapat jenis endapan kerikil, keberadaannya menyisip dibawah lapisan lanaupasiran. Keberadaan zona lemah pada lintasan ke 3 menyisip dilapisan lanaupasiran, terdapat pada interval 12,5-20 m, pada kedalaman 3-10 m dengan ketebalan ± 7 m. Posisi zona lemah

yang kedua menyisip dilapisan lanaupasiran, berada pada interval 32,5-37,5 m, pada kedalaman 8-10 m dengan ketebalan ± 2 m.

Zona lemah pada daerah penelitian didominasi oleh pasirhalus yang tersaturasi oleh air sungai Batanghari. Pasir sendiri merupakan salah satu batuan sedimen klastik yang mempunyai porositas yang cukup baik dan biasanya berfungsi sebagai reservoir ataupun akuifer. Hal tersebut berdasarkan keberadaan lokasi daerah penelitian yang terletak pada endapan alluvial. Endapan alluvial merupakan hasil dari proses sedimentasi lumpur dan lempung yang terbentuk di Daerah Aliran Sungai (DAS) (Ramadianti et al., 2019). Kondisi bawah permukaan daerah penelitian juga tersusun oleh litologi sedimen-sedimen lepas yang saling menyisip pada lapisan diatas maupun dibawahnya. Hal tersebut juga mengakibatkan kondisi bawah permukaan menjadi lapuk, sehingga menyebabkan zona lemah tersebar disepanjang lintasan, namun dengan ketebalan dan kedalaman yang berbeda dikarenakan proses sedimentasi pada daerah penelitian. Zona lemah juga dapat disebabkan oleh pembebanan material yang berada diatasnya. Dimana sesuai dengan lokasi penelitian yang berada dekat dengan daerah pemukiman warga dan jalan desa. Keterdapatn zona lemah yang dekat permukaan disebabkan oleh pengaruh air yang merembes ke bawah permukaannya. Karena berdasarkan kondisi daerah penelitian, letak antara titik penelitian dengan permukaan air berjarak $\pm 3-4$ meter.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa litologi pada daerah penelitian berdasarkan geologi regional tersusun atas pasirhalus, lanaupasiran dan kerikil. Selanjutnya keterdapatn posisi zona lemah hampir pada setiap lintasan. Zona lemah pada lintasan 1 yaitu bervariasi pada rata-rata kedalaman 1-10 m dengan ketebalan rata-rata ± 9 m. Zona lemah pada lintasan 2 bervariasi pada rata-rata kedalaman 2-10 m dengan rata-rata ketebalan ± 8 m. Zona lemah pada lintasan 3 bervariasi pada rata-rata kedalaman 3-10 m dengan ketebalan ± 7 m. Berdasarkan hasil penampang 2D bawah permukaan zona lemah terdapat pada nilai resistivitas 4,06-17,04 Ω m, yang didominasi oleh pasirhalus.

Selanjutnya berdasarkan hasil dari penelitian ini, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai keberadaan posisi zona lemah di Kelurahan Terusan, dengan cara menambah jumlah lintasan pengukuran untuk cakupan yang lebih luas. Serta perlu menggunakan data tambahan berupa data DCPT untuk hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexsianus Malujung, Y Arman dan Muhandi. 2022. Identifikasi Keberadaan akuifer menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi *wenner* di Desa Radak Baru Kecamatan Terentang Kabupaten Kubu Raya. Prisma Fisika, Vol. 10, No.3. ISSN : 2337-8204.
- Bahri, A.S. 2005. *Hand Out Mata Kuliah Geofisika Lingkungan dengan Topik Metode Geolistrik Resistivitas*. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).
- Burger, H.R. 2006. *Applied Geophysics: Exploring the Shallow Subsurface*. New York: WW Norton.
- Diskominfo Kabupaten Batang Hari. 2017. *Letak dan Wilayah Administrasi Batang Hari*. URL: <https://batanghari.go.id>. Diakses tanggal 22 Maret 2022.
- Effendy, V.N.A. 2012. Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi *Dipole-Dipole* untuk Mendeteksi Mineral Magan (*Physical Modeling*). Skripsi. Jember: FMIPA Universitas Jember.
- Fatoni R.A., Supriyanto dan Petrus AD Lazar. 2021. Identifikasi Zona Lemah di Jalan Poros Samarinda Bontang dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. *Jurnal Geosains Kutai Basin*. Vol. 4 No 1. E-ISSN 2615-6176.
- Investasi Infrastruktur Jangka Menengah (RPI2-JM) Kawasan Strategis Nasional Kluster A Kabupaten Batanghari 2014. URL: <https://123dok.com/document/ydxxlvwez-gambaran-umum-wilayah-kabupaten-batanghari.html>. Diakses 14 Maret 2023.
- Loke, M.H and Barker, R.D. 1996. "Rapid Least-Squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection by A Quasi-Newton Method". *Geophysical Prospecting*. Hal : 131-152.
- Makmur Syukron, Sehah, Sugito, 2016, Analisis Zona Lemah (Amblesan) Di Kawasan Jalan Raya Gunung Tugel Kabupaten Banyumas Berdasarkan Survei Geolistrik Konfigurasi Wenner, *Techno*, Volume 17 No. 2, Hal. 111 – 121.
- Ramadianti, N., A.P.Wardana, R.N Nababan dan D.A.Saragih. 2019. Identifikasi Zona Lemah di Area "X" Kab. Blora. Bekasi Selatan: PT. Abhinaya Mappindo Bumitala.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: Jhon Geophysicin Hydrogeological and Wiley and Sons Ltd.
- W. M. Telford, L. P. Geldart and R. E. Sheriff. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York : Cambridge University Press.