

ANALISIS POTENSI AIR TANAH DENGAN GEOLISTRIK SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER AIR IRIGASI PADA DESA BAGETANGO, KECAMATAN LOPOK, KABUPATEN SUMBAWA BESAR

ANALYSIS GROUNDWATER POTENTIAL USING GEOELECTRIC AS ALTERNATIVE WATER IRRIGATION IN BAGETANGO VILLAGE, LOMBOK REGENCY SUMBAWA BESAR

Nurul Jannah Asid^{*1}, Sabri Balafif²

¹Dosen, Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

²Dosen, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo

Korespondensi : nurul.asid@unesa.ac.id

ABSTRAK

Kondisi iklim mempengaruhi neraca air pada suatu daerah. Kabupaten Bange tango merupakan daerah yang dominan dengan lahan pertanian, sehingga memerlukan irigasi yang baik untuk mengembangkan potensi lahan pertanian. Untuk memenuhi kebutuhan air irigasi masih sulit, khususnya memasuki dimasa puncak musim kemarau/kering pada Awal bulan agustus hingga pertengahan akhir oktober dengan suhu rata-rata tertinggi di atas 32°C, bahkan dibulan Oktober, dengan rata-rata suhu terendah 33°C dengan dengan konsentrasi uap air yang rendah walau dipengaruhi adanya angin timur tenggara yang bertiup dari Benua Australia menuju Benua Asia yang melewati wilayah Pulau Sumbawa dan sekitarnya. Penelitian ini dilakukan untuk deteksi sumber mata air baru selain dari pemanfaatan sumber air permukaan seperti air bendungan sungai, danau, maupun sumur dangkal (dig well) dalam rangka ekstensifikasi lahan untuk meningkatkan daya guna lahan pertanian dimusim kemarau. Penelitian ini bersifat eksperimental terhadap deteksi potensi air tanah dengan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi schlumberger dengan dua Jarak titik sounding 200 m. Hasil penelitian menunjukkan lapisan akuifer di daerah ini merupakan batupasir dengan nilai tahanan resistivity 26.15 Ω m dan pada kedalaman 48.56 hingga kedalaman 54.77 MBMT, Sedangkan Perkiraan debit pemompaan optimum $\pm$ 1.00 liter/detik.

Kata Kunci: Air Tanah, irigasi, Geolistrik, Lopok

ABSTRACT

Climate conditions affect the water balance in an area. Bange Tango Regency is an area that is dominant with agricultural land, so it requires good irrigation to develop the potential of agricultural land, however meeting agricultural irrigation water needs is still difficult, especially entering the peak dry season in early August to mid-late October with average temperatures. -The highest average is above 32°C, even in October, with an average lowest temperature of 33°C with a low water vapor concentration even though it is influenced by the southeast wind which blows from the Australian Continent towards the Asian Continent which passes through the Sumbawa Island area and its surroundings. . This research was carried out to detect new water sources apart from the use of surface water sources such as river dam water, lakes and shallow wells (dig wells) in the context of land extensification to increase the usability of agricultural land in the dry season. This research is experimental for the detection of groundwater potential using the Schlumberger configuration resistivity geoelectric method with two sounding point distances of 200 m. The research results show that the aquifer layer

in this area is sandstone with a resistivity value of 26.15 Ω m and at a depth of 48.56 to a depth of 54.77 MBMT, while the estimated optimum pumping discharge is $\pm$ 1.00 liters/second.

Keywords: *Groundwater, Irrigation, Geoelectric, Lopok*

PENDAHULUAN

Air dalam pertanian merupakan kebutuhan utama, dimana air yang digunakan untuk kebutuhan evaporasi, transpirasi dan penggenangan serta perkolasi, yang biasa disebut dengan kategori kebutuhan air aktual. Saat ini kondisi di Desa Bagetango, Kecamatan Lopok, Kabupaten Sumbawa Besar, masih banyak terdapat lahan kering karena ketersediaan air sebagian besar diperoleh dari distribusinya air hujan yang terjadi selama 3-6 bulan (November-April). Bahkan lebih parahnya saat musim kemarau panjang (Agustus hingga Oktober) yang banyak mengantungkan distribusi air dari bendungan batu bulan dan mamak dengan sistem pengaliran sungai denditrik. Debit airnya sendiri yang tersedia saat ini di Bendungan Batu Bulan elevasi ketinggiannya dalam kisaran 57 dengan elevasi minimal 52 meter, sedangkan Bendungan Mamak dalam kisaran 82 dengan elevasi minimal 75 meter. Air kedua bendungan tersebut tidak dianjurkan untuk dialirkan jika berada pada ketinggian angka minimal. Karena jika hal itu dilakukan, maka akan berpotensi menimbulkan retakan dan kerusakan pada bendungan (Mohammad, Mardiana, Yuniardi, Firmansyah, & Alfadli, 2016). Sedangkan waktu elevasi ketinggiannya ideal air kedua bendungan tersebut belum tentu bertepatan dengan jadwal pola tanam pada musim tanam kedua (MT 2) di musim kemarau.

Upayakan alternatif pemenuhan air dengan sumber air tanah sebagai penunjang kesediaan air aktual dalam pertanian menjadi pilihan terbaik, seperti pengintegrasian sarana sumur bor swadaya dan jaringan irigasi terpadu. Disisi lain, investasi pembuatan sarana sumur bor swadaya dan jaringan irigasi terpadu cukup tergolong tinggi jika lahan pertaniannya hanya mengandalkan budidaya tanaman padi dan jagung. Bahkan secara analisis ekonomi, investasi ini tergolong beresiko tinggi untuk mengalami kegagalan untuk dapat tercover dengan kurun waktu 4 kali panen atau sekitar 2 tahun masa efektif dalam bertani. Maka untuk itu diperlukan dukungan informasi berbasis uji ilmiah akan penentuan lokasi titik potensi air tanah yang ideal dalam di wilayah Desa Bagetango, agar investasi yang dilakukan menjadi tepat dan terukur secara

logis.

Metode investigasi resistivitas dengan menggunakan analisis *Geoelectrical Vertical Electrical Sounding* (VES) dapat digunakan untuk menyelidiki kondisi bawah permukaan, khususnya yang berkaitan dengan potensi air tanah.(van Overmeeren & Ritsema, 1988). Selain akurasi, metode estimasi bawah permukaan ini dianggap yang terbaik untuk penyelidikan air tanah karena lebih murah dan membutuhkan waktu penerapan yang lebih singkat dibandingkan metode geofisika lainnya.

TINJAUAN PUSTAKA

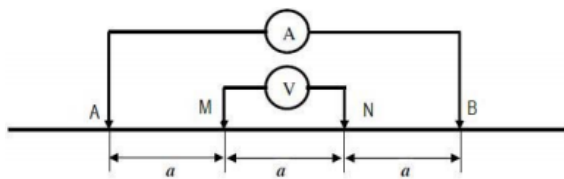
Secara geologi berdasarkan Peta Geologi yang disusun oleh A. Sudrajad, S. Andi Mangga dan N. Suwarna tahun 1998 Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (Indonesia) dalam Peta Geologi Regional Lembar Sumbawa, Nusatenggara, terdapat beberapa Formasi Geologi yang ada di sekitar lokasi penyelidikan, antara lain : Batupasir tufan (Tms) : Batupasir tufan, batulempung, tuf dan breksi. Satuan batuan berlapis baik, mengandung lensa batugamping (Tml). Tuf yang lapuk menjadi lempung berwarna hijau mengadung pirit. Breksi tersingkap secara setempat (Sudrajad, Mangga, & Suwarna, 1998).

Hasil penyelidikan geolistrik yang telah ditunjang dengan data-data geologi dan hidrogeologi tersebut diatas, diharapkan akan dapat melokalisir lokasi, posisi lapisan akuifer yang produktif, sehingga dalam pelaksanaan pemboran dapat dilakukan secara terarah. Karakteristik fisik dasar tanah dan batuan terhadap arus listrik—masing-masing memiliki jenis nilai resistansi yang unik—menjadi dasar metode estimasi bawah permukaan berdasarkan geolistrik. Ada beberapa variabel yang mempengaruhi hal ini, seperti umur dan kepadatan batuan, jumlah dan jenis mineral yang dikandungnya, porositasnya, dan kandungan elektrolitnya, termasuk air. (Mohammad et al., 2016)(Noor, 2009).

Berdasarkan analisa tersebut, apabila batuan dibawah tanah diberikan arus listrik (*Direct Current*) dialirkan melalui 2 elektroda arus A dan B, maka akan timbul beda potensial diantara arus A dan B tersebut. Beda potensial tersebut, kemudian diukur melalui 2 elektroda potensial M dan N yang kemudian dicatat oleh pesawat

penerima (*receiver*). Dari hasil pengukuran nilai-nilai kelistrikan tersebut akan dikonversi menjadi jenis-jenis batuan dan posisi kedalaman serta ketebalannya (Kirsch, 2009).

Dalam penyelidikan geolistrik ada beberapa metoda pengukuran, sedangkan metoda yang digunakan dalam penyelidikan kali ini adalah metode konfigurasi **Schlumberger** (Telford, Geldart, & Sheriff, 1990), dimana susunan elektroda diatur dengan nilai-nilai jarak tertentu. Metode konfigurasi ini elektroda potensial M dan N selalu ditempatkan antara elektroda arus A dan B seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Susunan Elektroda Arus dan Potensial

Elektroda potensial M dan N hanya dapat dipindahkan pada jarak tertentu sepanjang jarak $MN \leq 1/3$ (jarak $AB/2$) dan elektroda arus A dan B selalu dipindahkan sesuai dengan jarak yang telah ditentukan. Hukum Ohm yang menjadi dasar perhitungan investigasi geolistrik untuk memperoleh nilai resistivitas semu harus dikalikan dengan faktor jarak (faktor K) karena jarak elektroda selalu bervariasi pada setiap pengukuran. Dengan demikian, nilai resistivitas semu dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\rho_a = \pi \cdot \Delta V / I (L^2 / I - I/4)$$

Keterangan :

ρ_a = Tahanan jenis semu (Ohm-meter)

ΔV = Beda potensial terukur (Volt)

I = Kuat arus yang digunakan (Ampere)

L = Setengah jarak elektroda arus AB (meter)

I = Jarak elektroda potensial MN (meter)

Plot nilai resistivitas semu terhadap setengah jarak elektroda arus ($AB/2$)—di mana AB adalah jarak yang ditempuh dalam pengukuran—terhadap persamaan di atas, perhitungan dilakukan pada kertas logaritma ganda transparan. Setelah diplot, bentuk kurva resistivitas yang tampak akan diperoleh dan selanjutnya diinterpretasikan secara kuantitatif. Pengolahan data menggunakan metode interpretasi 3 (tiga) lapisan, yaitu setiap kurva tahanan jenis semu diletakkan diatas di atas kurva

baku untuk dilakukan pencocokan, kemudian diperoleh harga-harga tahanan jenis sebenarnya (true resistivity) ρ_1, ρ_2, ρ_3 dengan kedalaman d_1, d_2, d_3 . Lapisan yang ketiga (d_3) berdasarkan harga-harga tahanan jenis ini akan mempunyai kedalaman tak terhingga ($d_3 = \infty$).

Pemahaman geologi yang kuat diperlukan untuk menafsirkan data geolistrik, begitu pula kemampuan untuk mengekstrapolasi struktur batuan dari penampakan gambar bawah permukaan. Seperti yang diilustrasikan pada Tabel 1, setiap lapisan batuan mempunyai karakteristik resistivitas dan nilai resistivitasnya masing-masing.

Tabel 1. Nilai resistivitas sebagai material bumi (Telford et al., 1990)

No	Nilai Resistivity Ωm	Jenis litologi
1	0 Ωm	Air (Udara)
2	1– 1000 Ωm	Pasir
3	1 – 100 Ωm	Lempung
4	0.5 – 300 Ωm	Air tanah
5	0.2 Ωm	Air Asin
6	600 – 10.000 Ωm	Kerikil Kering
7	10-800 Ωm	Aluvium
8	100-800 Ωm	Kerikil

Sumber: Telford et al., (1990)

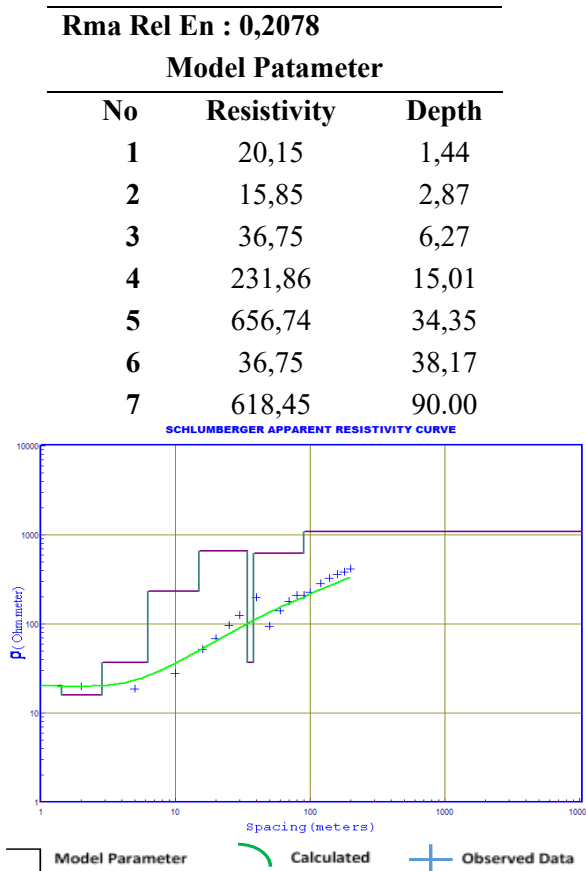
METODE

Penelitian ini bersifat deteksi potensi air tanah dengan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi schlumberger, Jarak antar masing-masing titik sounding adalah 200 m. Titik sounding pada studi kasus pada Desa Bagetango, Kecamatan Lopok, Kabupaten Sumbawa Besar dengan koordinat lokasi detail GBT-01 -8.5946431,117.520582, dan GBT-02 -8.592773, 117.521297. Pelaksanaan pengambilan data lapangan dilakukan setelah tahapan survei dengan cara pengukuran resistivitas batuan dan/atau kandungan air dalam batuan dengan menggunakan alat Resistivitymeter. Data yang telah diperoleh kemudian diolah berdasarkan persamaan tahanan jenis semu, sehingga diperoleh nilai tahanan jenis semu (ρ_a). Kemudian data tersebut dimodelkan untuk diinterpretasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan penyelidikan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Model Patameter



Sumber: Hasil Penelitian

Gambar 2. Kurva Resistivitas Semu

Tabel 3. Penyelidikan GBT-01

MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)
R-Pot :					
0,5	2	11,78	111,6	186	19,63
0,5	5	77,75	94,3	22,7	18,72
0,5	10	313,37	128,3	13,5	32,97
R-Pot :					
2	10	75,40	129,7	47,9	27,85
2	16	197,92	131	34,2	51,67
2	20	311,02	63,6	13,9	67,97
2	25	487,73	97,3	19,2	96,24
2	30	703,72	103	18,1	123,66
2	40	1253,50	127,6	20,2	198,44
2	50	1960,35	132,7	19	280,68
R-Pot :					

MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)
10	50	376,99	131,2	32,7	93,96
10	60	549,78	135	34,3	139,68
10	70	753,98	67,9	16	177,67
10	80	989,60	82,1	17,3	208,53
10	90	1256,64	76	12,7	209,99
10	100	1555,09	139	20,4	228,23
10	120	2246,24	77,4	9,7	281,51
10	140	3063,05	106,6	11,3	324,70
10	160	4005,53	225,5	20,4	362,36
10	180	5073,67	203,7	15,5	386,07
10	200	6267,48	214,6	14,1	411,80
R-Pot :					
20	200	3110,18			-
20	220	3769,91			-
20	240	4492,48			-
20	250	4877,32			-

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4. Penyelidikan GBT-02

MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)
R-Pot :					
0,5	2	11,78	65,5	187,6	33,74
0,5	5	77,75	101,3	31,1	23,87
0,5	10	313,37	156,6	17,9	35,82
R-Pot :					
2	10	75,40	157,2	57,9	27,77
2	16	197,92	221,4	42,3	37,81
2	20	311,02	152,3	24,3	49,62
2	25	487,73	176,2	25,7	71,14
2	30	703,72	161,6	21,6	94,06
2	40	1253,50	177	19,8	140,22
2	50	1960,35	253	20,7	160,39
R-Pot :					
10	50	376,99	257,4	37,9	55,51
10	60	549,78	127,4	16,1	69,48
10	70	753,98	145	16	83,20
10	80	989,60	136,6	11,1	80,41
10	90	1256,64	163,2	11,1	85,47
10	100	1555,09	192,9	10,9	87,87
10	120	2246,24	171	7	91,95
10	140	3063,05	234,3	7,4	96,74
10	160	4005,53	363,3	9,5	104,74
10	180	5073,67	391,5	8,1	104,97
10	200	6267,48	403,4	7	108,76

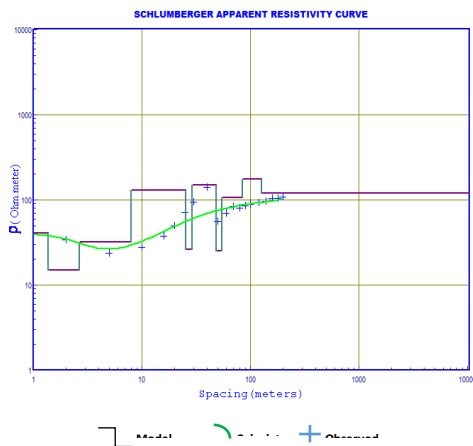
MN/2	AB/2	K	I (mA)	+DC(mV)	App. Rho (ohmM)
R-Pot :					
R-Pot :					
20	200	3110,18			-
20	220	3769,91			-
20	240	4492,48			-
20	250	4877,32			-

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 5. Model Patameter

Rma Rel En : 0,2078		
Model Patameter		
No	Resistivity	Depth
1	40,62	1,37
2	14,92	2,66
3	31,94	7,98
4	129,73	25,42
5	26,15	29,11
6	149,25	48,56
7	25,12	54,77
8	106,19	84,74
9	175,18	127,23

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 3 Kurva Resistivitas Semu

Hasil interpretasi geolistrik pada penyelidikan yang ditunjukkan dalam Tabel 3 dan 4 dapat diinterpretasikan sebagai lapisan-lapisan litologi sebagai berikut :

Tabel 6. lapisan-lapisan litologi

No	Nilai Resistivity Ωm	Jenis litologi
1	< 15 Ωm	Tuf pasiran
2	15 – 20 Ωm	Pasir tufan
3	20 – 30 Ωm	Batupasir
4	30 – 50 Ωm	Breksi
5	> 50 Ωm	Batu Andesit

Sumber: Hasil Penelitian

Beberapa kontras tahanan jenis yang ditafsirkan sebagai perubahan lapisan kemudian digambarkan dalam penampang bawah permukaan tanah, Desa Bagetango, Kecamatan Lopok, Kabupaten Sumbawa Besar (**GBT-01, dan GBT-02**), dengan hasil Pengukuran geolistrik pada titik pengukuran **GBT-01** didapatkan pendugaan lapisan bawah permukaan secara umum adalah sebagai Mulai dari kedalaman 0.00 meter hingga kedalaman 1.44 MBMT (Meter bawah Muka Tanah) merupakan lapisan tanah penutup atas (pasir), Pada kedalaman 1.44 hingga kedalaman 2.87 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Pasir tufan** dengan nilai resistivity 15.85 Ωm , Pada kedalaman 2.87 hingga kedalaman 6.27 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Breksi** dengan nilai resistivity 36.75 Ωm , Pada kedalaman 6.27 hingga kedalaman 34.35 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batu andesit** dengan nilai resistivity 231.56 – 656.74 Ωm , Pada kedalaman 34.35 hingga kedalaman 38.17 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Breksi** dengan nilai resistivity 36.75 Ωm . Pada kedalaman 38.17 hingga kedalaman 90.00 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batu andesit** dengan nilai resistivity 618.45 Ωm , Pada kedalaman hingga lebih dari 90.00 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batu andesit** dengan nilai resistivity 1083.38 Ωm .

Pengukuran geolistrik pada titik pengukuran **GBT-02** didapatkan pendugaan lapisan bawah permukaan secara umum adalah Mulai dari kedalaman 0.00 meter hingga kedalaman 1.37 MBMT (Meter bawah Muka Tanah) merupakan lapisan tanah penutup atas (breksi). Pada kedalaman 1.37 hingga kedalaman 2.66 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Tuf**

pasiran dengan nilai resistivity 14.92 Ω m, Pada kedalaman 2.66 hingga kedalaman 7.98 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Breksi** dengan nilai resistivity 31.94 Ω m, Pada kedalaman 7.98 hingga kedalaman 25.42 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batu andesit** dengan nilai resistivity 129.73 Ω m. Pada kedalaman 25.42 hingga kedalaman 29.11 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batupasir** dengan nilai resistivity 26.15 Ω m, Pada kedalaman 29.11 hingga kedalaman 48.56 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batu andesit** dengan nilai resistivity 148.25 Ω m, Pada kedalaman 48.56 hingga kedalaman 54.77 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batupasir** dengan nilai resistivity 25.12 Ω m, Pada kedalaman 54.77 hingga kedalaman 127.23 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batu andesit** dengan nilai resistivity 175.18 Ω m, Pada kedalaman hingga lebih dari 127.23 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batu Andesit** dengan nilai resistivity 119.75 Ω m.

Dari data di atas ditentukan lapisan akuifer yaitu pada lapisan batupasir, pasir dan pasir lempungan, karena lapisan ini memiliki kemampuan menyimpan dan mengalirkan air tanah. Dari ketebalan akuifer tersebut, estimasi kuantitatif dilakukan untuk memperkirakan debit optimum (Q_{opt}) yang dapat dihasilkan. Ketebalan akuifer mempunyai hubungan dengan debit optimum yang dapat dihasilkan oleh suatu sistem akuifer. Dengan memperhatikan komponen koefisien permeabilitas dengan ketebalan akuifer maka dapat dihitung besarnya transmisivitas yang dirumuskan sebagai berikut :

$$T = k.b$$

Keterangan :

- T** : transmisivitas
- k** : koefisien permeabilitas
- b** : tebal akuifer

Besarnya debit pemompaan pada lokasi yang mempunyai akuifer cukup tebal, dapat dihitung berdasarkan perkiraan harga koefisien permeabilitas (k) = 1×10^{-4} - 1×10^{-3} cm/det.

Pada lapisan akuifer yang tersusun oleh pasir, besarnya k adalah 1×10^{-3} cm/det. Dari harga k di atas, maka pada setiap ketebalan akuifer berupa pasir atau batupasir 10 meter, debit pemompaan optimum sumur yang dapat diambil adalah sebesar $\pm 0,5$ liter/detik. Sedangkan pada akuifer berupa pasir lempungan, debit pemompaan optimum sumur yang dapat diambil adalah sebesar $\pm 0,25$ liter/detik.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan, pengolahan data dan penafsiran jenis lapisan dari data geolistrik yang didukung dengan data-data geologi, geohidrologi dan pengamatan lapangan yang berhubungan dengan aspek-aspek keairtanahan, maka dapat disimpulkan Secara umum pengukuran geolistrik pada lintasan Desa Bagetango, Kecamatan Lopok, Kabupaten Sumbawa Besar, didapatkan pendugaan lapisan bawah permukaan adalah pada titik pengukuran **GBT-01** tidak terdapat lapisan akuifer, pada titik pengukuran **GBT-02** terdapat 2 (dua) lapisan akuifer yaitu Pada kedalaman 25.42 hingga kedalaman 29.11 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batupasir** dengan nilai resistivity 26.15 Ω m dan pada kedalaman 48.56 hingga kedalaman 54.77 MBMT (Meter Bawah Muka Tanah) merupakan lapisan **Batupasir** dengan nilai resistivity 25.12 Ω m. Sedangkan Perkiraan debit pemompaan optimum ± 1.00 liter/detik.

ACKNOWLEDGMENT

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada dr. Abdullah Alamudi atas dukungan pendanaan penelitian dan penyediaan lahan studi kasus.

DAFTAR PUSTAKA

- Kirsch, R. (2009). Groundwater Geophysics: A Tool for Hydrogeology. In R. Kirsch (Ed.), *Groundwater Geophysics: A Tool for Hydrogeology*, (2nd ed.). <https://doi.org/10.1007/978-3-540-88405-7>
- Mohammad, F., Mardiana, U., Yuniardi, Y., Firmansyah, Y., & Alfadli, M. K. (2016). Potensi Airtanah Berdasarkan Nilai Resistivitas Batuan di Kelurahan

- Cangkorah, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 14(2), 141–152. Retrieved from <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc/article/view/9799>
- Noor, D. (2009). *Penghantar Geologi* (1st ed.). Cv Graha Ilmu.
- Sudrajad, A., Mangga, A., & Suwarna, N. (1998). *Peta Geologi Lembar Sumbawa Nusa Tenggara Barat*. Bandung.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics* (2nd ed.). <https://doi.org/10.1017/CBO9781139167932>
- van Overmeeren, R. A., & Ritsema, I. L. (1988). Continuous vertical electrical sounding. *First Break*, 6(10). <https://doi.org/10.3997/1365-2397.1988017>