



JURNAL IPTEK

MEDIA KOMUNIKASI TEKNOLOGI

homepage URL : ejurnal.itats.ac.id/index.php/iptek



Kajian Potensi Air Tanah Dan Pembagian Wilayah Potensi di Cekungan Air Tanah Maumere

Yohanes Jone

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral dan Kelautan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya 60117

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal IPTEK – Volume 22
Nomer 1, Mei 2018

ISSN:1411-7010
e-ISSN:2477-507X

Halaman:
21 – 28

DOI:
<https://dx.doi.org/10.31284/j.iptek.2018.v22i1.229>

EMAIL

johanesjone886@gmail.com

RIWAYAT ARTIKEL

Tanggal diterima :
5 April 2018

Tanggal diterbit :
31 Mei 2018

PENERBIT

LPPM- Institut Teknologi
Adhi Tama Surabaya

Jurnal IPTEK by LPPM-ITATS is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRACT

The development of the area in Maumere City and several strategic districts as well as development in various sectors will affect the existence of ground water and ground water cycle itself. Utilization of groundwater in this area is very large with the drilling of groundwater production scattered in this region, demands for further research on ground water potential and potential groundwater area from the groundwater production drilling data related quantity and quality data. The purpose of this research is to study the potential of ground water through the spatial model of groundwater potential. The method used in this research is scoring method to determine the potency of groundwater and the analysis is done descriptively quantitatively from the spatial data to analyze the ground water potential. The study of groundwater potential through quantity (Q) variables, groundwater depth (MAT), quality (DHL and pH) resulted in a moderate-to-high water potential area with flow rates ranging from 8.47 to 17.05 liters / second covering Magepanda and Western districts Subdistrict of Alok Barat and small potency area of medium - medium water with flow discharge ranging from 1.59 - 8.31 liter / second covering area of Alok Barat Subdistrict, Alok Timur, Kangae, Kewapante, Northern Part District Nita, Nele and Koting. Potential groundwater in this region is medium to high potential therefore in regional development need to pay attention to recharge area and discharge area.

Keywords: model; potential; spatial; area.

ABSTRAK

Pengembangan wilayah di Kota Maumere dan beberapa wilayah Kecamatan strategis serta pembangunan diberbagai sektor akan mempengaruhi keberadaan air tanah dan siklus air tanah itu sendiri. Pemanfaatan air tanah di wilayah ini sangat besar dengan adanya pemboran produksi air tanah yang tersebar di wilayah ini, menuntut untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi air tanah dan wilayah potensi air tanah dari data pemboran produksi air tanah terkait data kuantitas dan kualitas. Tujuan penelitian ini yaitu mengkajian potensi air tanah melalui model spasial potensi air tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode scoring untuk menentukan potensi air tanah dan analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif dari data spasial untuk menganalisis potensi air tanah. Kajian potensi air tanah melalui variabel kuantitas (Q), kedalaman muka air tanah (MAT), kualitas (DHL dan pH) menghasilkan wilayah potensi air tanah sedang - tinggi dengan debit aliran berkisar 8.47 – 17.05 liter/detik meliputi wilayah Kecamatan Magepanda dan Bagian Barat Kecamatan Alok Barat dan wilayah potensi air tanah kecil – sedang dengan debit aliran berkisar 1.59 – 8.31 liter/detik meliputi wilayah Kecamatan Alok Barat, Alok Timur, Kangae, Kewapante, Bagian Utara Kecamatan Nita, Nele dan Koting. Potensi air tanah di wilayah ini merupakan potensi sedang sampai tinggi oleh karena itu dalam pengembangan wilayah perlu memperhatikan daerah recharge dan daerah discharge.

Kata kunci: model; potensi; spasial; wilayah.

PENDAHULUAN

Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sikka Tahun 2012 – 2032 tentang rencana pusat kegiatan yang akan menjadikan Kota Maumere Menjadi Kota Otonomi baru yang wilayahnya mencakup Kecamatan Kota Maumere, Nangahure, dan Kangae, Menjadikan Kewapante sebagai pusat perkotaan dan pusat pemerintahan skala Kabupaten, pusat pelayanan perdagangan dan jasa, pusat transportasi industri dan pergudangan, Wilayah Kota Maumere, Nangahure, Kecamatan Kewapante dan Kangae merupakan wilayah yang masuk pada Cekungan Air Tanah (CAT) Maumere yang merupakan cekungan air tanah lintas Kabupaten yang memiliki potensi air tanah dan pemanfaatannya harus efisien dengan mengutamakan air permukaan serta pemantauan dengan jaringan monitoring muka air tanah. Dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) ini maka secara langsung akan mempengaruhi pengembangan wilayah di Kota Maumere dan beberapa wilayah Kecamatan.

Perkembangan suatu wilayah dan pembangunan di berbagai sektor akan mempengaruhi keberadaan air tanah dan siklus air tanah itu sendiri, penggunaan air yang tidak sesuai kebutuhan dan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat akan mengakibatkan potensi air tanah semakin berkurang. Pemanfaatan air tanah di Kota Maumere, wilayah Kecamatan Kangae, Kewapante, Kecamatan Magepanda ini dapat tergolong sangat tinggi, hal ini dapat diketahui dengan banyaknya titik pengeboran (Pemboran Eksploitasi Air Tanah). Meningkatnya eksploitasi airtanah ini tidak diimbangi dengan pengetahuan hidrogeologi yang baik. Perlu diketahui bahwa eksploitasi air bawah tanah berpotensi menimbulkan penurunan muka air tanah pada waktu tertentu.

Permasalahan ini menuntut penelitian lebih lanjut mengenai Kajian Potensi Air Tanah kemudian menentukan wilayah potensi Air Tanah Di Cekungan Air Tanah (CAT) Maumere, sehingga dapat diketahui besarnya potensi di masing – masing wilayah cekungan air tanah.

Berdasarkan data Geologi Tata Lingkungan (Laporan Badan Pusat Statisti Daerah Kabupaten Sikka Tahun 2014), meliputi sebaran struktur geologi di wilayah Kabupaten Sikka terdapat beberapa batuan dan formasi batuan sebagai berikut: Dataran Alluvium dan Endapan Pantai, Formasi Kiro dan Batuan Gunung Api Tua.

Berdasarkan peta geologi lembar Ende, daerah penelitian termasuk pada formasi Ende, formasi Kiro, formasi alluvial dan endapan coastal. Kondisi geologi daerah penelitian disusun oleh satu jenis batuan yaitu batuan vulkanik atau batuan hasil gunung api tua. Batuan ini tersusun atas lava, breksi, aglomerat, dan tufa pasir. Jenis batuan lava, abu – abu muda sampai tua, bersusunan andesit piroksen; dengan tekstur porfiri, struktur kekar setempat meniang, breksi dan aglomerat umunya berukuran 3 – 25 cm. Perkat brekasi adalah tufa pasir yang mudah lepas. Banyak dijumpai tufa lapili sebagai sisipan didalam brekasi. Bagian atas lebih bersifat batu apung, serpih, batas lapisan tidak jelas, terlihat hampir mendatar, sedangkan bagian bawah bersifat tufa lebih padat, perlapisan dengan kemiringan 10° – 15° di beberapa tempat berstruktur silang – siur. Satuan ini tersebar luas di daerah Maumere dan Wajo, dan sekitar Tanah hikong – Natar Mage, secara umum batuan ini merupakan hasil kegiatan Gunung Api Plioplistosen yaitu gunung api Jele.

Berdasarkan data Geologi Tata Lingkungan (Laporan Badan Pusat Statistik Daerah Kabupaten Sikka Tahun 2014), wilayah Kabupaten Sikka di kelompokkan menjadi 5 (lima) satuan morfologi yaitu; satuan morfologi dataran rendah, menempati daerah yang cukup luas di sepanjang Pantai Utara, Pantai Selatan dan alur – alur sungai dengan kemiringan antara (0 – 5%); satuan morfologi perbukitan halus terdapat di sekitar Selatan Kota Maumere dan Kewapante dengan kemiringan antara 5 – 15%; satuan morfologi perbukitan berrelif sedang terdapat di sepanjang Pantai Selatan, Pulau Besar, Pulau Babi, Pulau Pamana, sebelah utara perbatasan Kabupaten Sikka dengan Flores Timur, dan di daerah Magepanda dengan kemiringan antara 15 – 30%; satuan morfologi perbukitan kasar tersebar hamper 70% dari luas wilayah Kabupaten Sikka dengan kemiringan antara 30 – 70%; satuan morfologi pegunungan terdapat di Gunung Egon, Gunung Kimangbuleng, Gunung Jele dan Gunung Dobo dengan kemiringan antara 50 – 70%.

TINJAUAN PUSTAKA

Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2016, dengan lokasi penelitian adalah di Cekungan Air Tanah Maumere Kabupaten Sikka Provinsi Nusa Tenggara Timur. Secara geografis terletak pada 8°22–8°50 Lintang Selatan (LS) dan 121°55'40" Bujur Timur (BT).

Berdasarkan data pemboran eksploitasi air tanah pada lampiran C dapat dilihat bahwa, wilayah kajian dibagi menjadi dua (2) blok wilayah studi yang terdiri dari blok A meliputi kecamatan Kangae, Kewapante, Alok Barat, Alok Timur. Blok A melintasi wilayah cekungan air tanah Maumere. Bagian Timur, dibatasi oleh sungai besar yaitu Sungai Nebe dan dibagian Utara dibatasi oleh garis Pantai. Sedangkan Blok B meliputi wilayah Kecamatan Magepanda, wilayah ini dibatasi oleh keadaan geologi setempat di bagian Timur dibatasi oleh formasi gamping dan dibagian Barat dan Selatan dibatasi oleh sungai besar yaitu sungai Kali Wajo, bagian Utara dibatasi oleh garis pantai. Koordinat batasan wilayah studi anatar lain: Id A(X: 390,990.80 Y: 9,060,136.70), Id B(X: 430,006.83 Y: 9,060,185.68) Id C(X: 429,992.21 Y: 9,039,953.17 Id D (391,066.80Y:9,040,071.95).

Alat dan Bahan

Data yang diambil untuk memecahkan permasalahan ini antara lain: (a) Data karakteristik air tanah yang di dapat dari data pemboran sumur produksi untuk melakukan kajian terhadap potensi air tanah. (b) Data topografi dan kedalaman Muka Air Tanah (MAT) untuk pembuatan peta kontur Muka Air Tanah dan penentuan daerah penangkapan (*recharge*) dan penurapan (*discharge*). (c) Data geomorfologi untuk menganalisa bentuk lahan dan arahan konservasi air tanah.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif dari data sekunder yaitu dengan mengkaji dan menganalisis data, menyajikan data dan menarik kesimpulan dan melakukan overlay dari data spasial yang dihasilkan, kemudian memberikan rekomendasi berupa daerah penangkapan (*recharge*) dan penurapan (*discharge*) dan arahan konservasi air tanah. Berdasarkan konsep kajian potensi air tanah dan penentuan zonasi tataguna air tanah yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu;

Pembuatan peta potensi air tanah, dengan Variabel karakteristik air tanah yang digunakan yaitu: 1) kuantitas air tanah (Qoptimum), 2) kedalaman Muka Air Tanah (MAT). 3) Kualitas air tanah berupa DHL (Daya Hantar Listrik) dan pH air. Metode yang digunakan dalam pembuatan wilayah potensi air tanah adalah metode pengharkatan (*scoring*) dan overlei Penentuan debit dilakukan dengan rumus Darcy (Todd, 1980), yaitu: $Q = K \times I \times A$, dengan K adalah Konduktivitas Hidrolik, I adalah kemiringan aliran airtanah (gradien hidrolik), dan A adalah luas penampang akuifer. Pada tabel 1, 2 dan 3 dapat di jelaskan mengenai kriteria dan pengkelasan perhitungan debit dan nalisis potensi air tanah.

Tabel 1. Variabel dan Niai Skor Untuk Analisis Potensi Air Tanah

Variabel	Kelas Potensi	Kriteria	Skor
Kuantitas (Qopt)	Besar	> 169.74 (m ³ /hari)	2
	Kecil	< 169.74 (m ³ /hari)	1
Kedalaman Muka Air Tanah (M.A.T) diatas permukaan air laut	Dangkal	< - 0,82 m	2
	Dalam	> - 0,82 m	1
Kualitas, (Daya hantar listrik DHL)	Baik (DHL, rendah)	< 1.000 (μS/cm)	2
	Buruk (DHL, tinggi)	> 1.0000 (μS/cm)	1
Kualitas (pH air)	Baik (pH) tinggi	> 7,09	2
	Buruk (pH) rendah	< 7,09	1

Sumber (Source): Hasil analisis dan Perumusan

Tabel 2. Kriteria Potensi Air Tanah

No	Kelas potensi air tanah	Jumlah skor
1	Rendah	$\leq 4,5$
2	Tinggi	$\geq 4,6$

Sumber (Source): Hasil analisis dan Perumusan

Tabel 3. Kriteria Besar Debit Aliran Air Tanah

No	Kriteria	Besar Debit
1	Besar	> 10 liter/detik
2	Sedang	2,0 – 10 liter/detik
3	Kecil	< 2 liter/detik

Sumber: Kepmen ESDM No.1451 K/10/ MEM/2000 dalam Yogafany (2008)

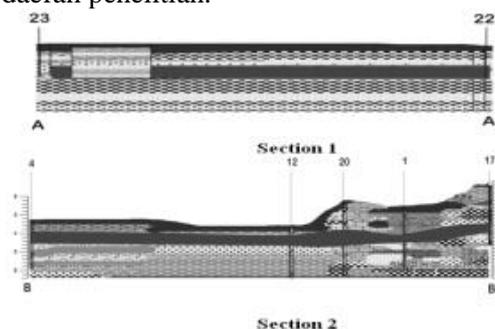
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem dan Karakteristik Akuifer Daerah Penelitian

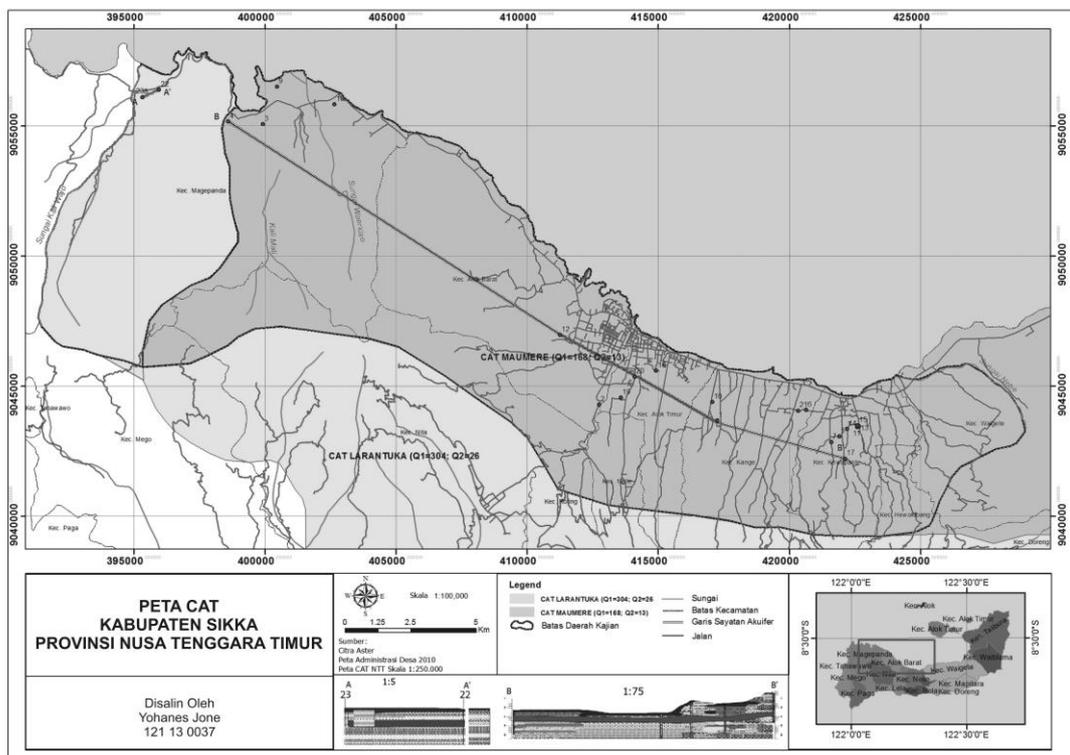
Melihat pada susunan lapisan batuan (litologi) yang dibuat berdasarkan data pemboran pada lampiran Gambar 1 dapat di jelaskan bahwa, akuifer di daerah penelitian termasuk jenis akuifer tertekan. Material penyusunnya terdiri dari lapisan pasir halus, pasir kasar dan kerikil bercampur kerakal dengan penyebaran yang tidak merata di setiap tempat. *Crosssection* atau sayatan sistem akuifer pada Gambar 2 dapat di jelaskan bahwa system akuifer daerah penelitian ini menunjukkan arah kemiringan akuifer dari arah Selatan ke Utara, secara umum akuifer di daerah penelitian termasuk jenis akuifer dengan produktivitas sedang sampai tinggi.

Sebaran produktivitas akuifer; dapat dijelaskan bahwa letak akuifer di daerah penelitian relative bervariasi, diketahui dari banyaknya akuifer yang di sadap setiap sumur-bor dengan kedalaman berbeda. Sebaran akuifer tidak merata dengan variasi ketebalan akuifer antara 9 - 24 meter, akuifer di bagian Barat relatif lebih tebal dan menipis ke arah Timur daerah penelitian. Kemiringan umum akuifer berdasarkan diagram pagar yaitu dari Selatan ke Utara, ketebalan akuifer yang tidak merata di pengaruhi oleh topografi dan struktur geologi dan geomorfologi daerah setempat. Produktivitas akuifer daerah penelitian dapat di golongkan antaralain; produktivitas tinggi, kecil – sedang.

Transmisivitas dan konduktivitas hidrolik; transmisivitas di daerah penelitian terbesar adalah 76.68 m²/hari dan terkecil adalah 49.62 m²/hari sebaran transmisivitas tinggi umumnya terdapat pada wilayah bagian Selatan daerah penelitian, sedangkan transmisivitas rendah relatif tersebar pada wilayah bagian Timur daerah penelitian. Permeabilitas merupakan suatu konstanta akuifer dan menyatakan jumlah air yang mengalir melalui penampang akuifer dengan luas tertentu pada landaian hidrolika tertentu. Pada daerah penelitian nilai permeabilitas tertinggi sebesar 8.51 m/hari dan permeabilitas terendah sebesar 2.08 m/hari, variasi nilai permeabilitas ini dipengaruhi oleh ketebalan akuifer yang berbeda pada setiap tempat. Nilai permeabilitas tinggi tersebar pada wilayah bagian wilayah bagian Selatan daerah penelitian, sedangkan permeabilitas rendah tersebar pada wilayah bagian Timur daerah penelitian.



Gambar 1. Penampang melintang akuifer di daerah penelitian



Gambar 2. Sistem akuifer daerah penelitian dan arah sayatan melintang

Potensi Air Tanah Daerah Penelitian

Produktifitas akuifer ($Q_{optimum}$); jumlah sumur bor di daerah penelitian yaitu 23 titik maka perhitungan potensi debit air maksimum ($Q_{optimum}$) menggunakan pendekatan debit pemompaan untuk akuifer tertekan. Hasil perhitungan dapat diketahui potensi air tanah parameter debit air maksimum dari sumur bor ($Q_{optimum}$) di daerah penelitian melalui 23 sumur – bor yang ada sebesar 17.83 – 359 $m^3/hari$. Sedangkan persebaran produktifitas aukifer atau debit pemompaan ($Q_{optimum}$) dapat di ketahui melalui data spasial. Dapat dijelaskan bahwa persebaran potensi air tanah ($Q_{optimum}$) tidak merata disetiap tempat, hal ini dipengaruhi oleh konduktivitas hidrolik dan transmisivitas yang berbeda disetiap tempat.

Kedalaman muka air tanah; kedalaman muka air tanah sama halnya dengan kedudukan muka air tanah. Kedalaman muka air tanah menjadi salah satu faktor penting dalam kajian potensi air tanah ini. Berdasarkan data hasil pemboran dan data spasial, persebaran kedalaman muka air tanah daerah penelitian termasuk kedalam kelas potensial. Kelas kedalaman termasuk dalam skala sedang yaitu antara 18,33- 33,66 meter dari permukaan tanah setempat. Kedalaman muka air tanah ini tersebar tidak merata antara 3 – 49 meter dari permukaan tanah setempat. Diketahui bahwa kedalaman muka air tanah sangat dalam dibagian Tenggara daerah penelitian yaitu wilayah Kopong, Kecamatan kewapante dan dangkal dibagian Barat Laut daerah penelitian yaitu wilayah Kolisia sampai wilayah Magepanda. Kedalaman muka air tanah ini mengikuti keadaan topografi daerah setempat.

Kualitas air tanah; pengukuran dengan menggunakan parameter DHL untuk mendeteksi semua ion yang terlarut diantaranya $MgCl$, $NaCO_3$, NO_3 , Fe, Mn. Dapat dijelaskan bahwa persebaran DHL sangat tinggi tersebar merata di wilayah bagian Barat Kecamatan Magepanda dan bagian Barat Kecamatan Alok Barat, Bagian Utara Kecamatan Alok Barat dan Bagian Utara Kecamatan Kewapante. Persebaran DHL yang tinggi di wilayah – wilayah ini dipengaruhi oleh keberadaan air tanah yang berada dekat dengan air laut. Salinitas yang tinggi akan mempengaruhi DHL yang tinggi pula. Sedangkan persebaran pH relatif merata pada seluruh daerah penelitian, di Kecamatan Magepanda pH mencapai 7.6 dan rata – rata persebaran pH di Kecamatan Alok Barat, Alok Timur, Kangae dan Kewapante berkisar antara 6.62 – 8.87 pH air tanah seperti ini masih tergolong baik.

Pembagian Wilayah Potensi Air Tanah Daerah Penelitian

Pada Tabel 4 dapat di jelaskan mengenai hasil perhitungan dan pengolahan data potensi air tanah daerah peneltian yang meliputi; debit pemompaan untuk perhitungan debit air tanah optimum (Qoptimum), parameter kuantitas, parameter kedalaman air tanah, dan parameter kualitas yang terdiri dari daya hantar listrik (DHL) dan pH. Berdasarkan hasil pengolahan data dan deliniasi maka dapat di deskripsikan mengenai wilayah potensi air tanah berdasarkan kelas parameter potensi air tanah.

Pembahasan wilayah potensi air tanah; wilayah potensi air tanah tinggi merupakan wilayah penurunan atau *discharge* atau wilayah pengambilan air tanah, tetapi dalam pengambilan air tanah perlu di lakukan upaya konservasi dalam hal ini pembatasan pengambilan air tanah agar keberlangsungan dan tataguna air tanah dapat terjaga. Sedangkan untuk wilayah potensi air tanah rendah dapat dijadikan daerah konservasi atau *recharge* untuk pengisian kembali atau wilayah peresapan air tanah.

Tabel 4 Wilayah Potensi Air Tanah Berdasarkan Kelas Potensi Daerah Penelitian

Blok	Potensi	Wilayah
A	Tinggi	Kecamatan Magepanda dan Bagian Barat Kecamatan Alok Barat
	Rendah	Bagian Barat Magepanda, Barat – Barat Laut Magepanda dan Bagian Utara Magepanda
B	Tinggi	Kecamatan Alok Barat, Alok Timur, Bagian Utara Alok Timur, Kangae, Bagian Utara Kangae, Kewapante, Waigete, Hewokloang
	Rendah	Bagian Utara Kecamatan Nita, Nele, Koting, Bagian Selatan Kecamatan Kangae, dan Selatan Kecamatan Kewapante

Sumber: Hasil Pengolahan dan Analisis, 2016

Jumlah Aliran Air Tanah Terhadap Wilayah Potensi Air Tanah

Pada Gambar 1 penampang melintang akuifer dapat di jelaskan mengenai hasil perhitungan potensi air tanah melalui akuifer di daerah penelitian sebesar 0.040 m³/detik atau 40.16 liter/detik, rata – rata potensi air tanah melalui perhitungan lima (5) titik pada *crosssection* akuifer yang diasumsikan merupakan akuifer terpanjang dan mewakili karakteristik akuifer daerah penelitian adalah sebesar 0.008 m³/detik atau 8.031 liter/detik. Pada tabel 5 dan 6 dapat di jelaskan bahwa besarnya aliran air tanah (Q) yang sudah dihitung di kelompokkan menjadi beberapa kriteria yaitu besar (> 10 liter/detik), sedang (2,0 – 10 liter/detik) dan kecil (< 2liter/detik).

Tabel 5 Kategori Potensi Air Tanah Berdasarkan Aliran Air Tanah Di Daerah Penelitian

Potensi	Q (liter/detik)	Kategori
1	17.05	Besar
2	4.73	Sedang
3	1.59	Kecil
4	8.31	Sedang
5	8.47	Sedang

Tabel 6 Analisis Jumlah Aliran Air Tanah Terhadap Wilayah Potensi Air Tanah
Di Daerah Penelitian

Blok	Potensi	Q (liter/detik)	Wilayah Persebaran
A	Tinggi	8.47 – 17.05	Kecamatan Magepanda dan Bagian Barat Kecamatan Alok Barat
	Sedang	8.47	Bagian Barat Magepanda, Barat – Barat Laut Magepanda dan Bagian Utara Magepanda
B	Kecil – Sedang	1.59 – 8.31	Kecamatan Alok Barat, Alok Timur, Bagian Utara Alok Timur, Kangae, Bagian Utara Kangae, Kewapante, Waigete, Hewokloang
	Kecil – Sedang	1.59 – 8.31	Bagian Utara Kecamatan Nita, Nele, Koting, Bagian Selatan Kecamatan Kangae, dan Selatan Kecamatan Kewapante

Sumber: Hasil analisis, 2016

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa: Kajian potensi air tanah melalui variabel kuantitas (Q), kedalaman muka air tanah (MAT), kualitas (DHL dan pH) menghasilkan wilayah potensi air tanah sedang - tinggi dengan debit aliran berkisar 8.47 – 17.05 liter/detik meliputi wilayah Kecamatan Magepanda dan Bagian Barat Kecamatan Alok Barat dan wilayah potensi air tanah kecil – sedang dengan debit aliran berkisar 1.59 – 8.31 liter/detik meliputi wilayah Kecamatan Alok Barat, Alok Timur, Kangae, Kewapante, Bagian Utara Kecamatan Nita, Nele dan Koting.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, (2001) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- [2] Charles J. Moon dkk.,(2006), second edition, *Introduction to Mineral Exploration*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford OX4 2DQ, UK
- [3] Fetter C. W., (1988), Third Editions, *Applied Hydrogeology*, University of Wisconsin – Oshkosh, New Jersey.
- [4] Gubernur Nusa Tenggara Timur., (2011), Peraturan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Nusa Tenggara Timur Tahun 2010 – 2030.
- [5] Hendrayana., (2002), Dampak Pemanfaatan Air Tanah, “Jurnal” Gadjah Mada University.
- [6] Jr. Viessman Warren dkk., Second Edition, *Introduction To Hydrology*, IEP A Dun – Donnelly Publisher, New York.
- [7] Lampiran Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 01 Tahun 2007 Tanggal: 12 Januari 2007 “PEDOMAN PENGKAJIAN TEKNIK UNTUK MENETAPKAN KELAS AIR”
- [8] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2008, Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional, Direktorat Jendral Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum.
- [9] Todd, D.K. (1980), *Groundwater Hydrology*, John Wiley and Sons.
- [10], (1998), KEPMEN Negara Lingkungan Hidup RI NO.02/MENLH/1998 Tentang pedoman penetapan Baku Mutu Lingkungan.
- [11], KEPMEN ESDM No.1451 K/10/ MEM/2000 dalam Yogafany (2008)
- [12], Laporan Badan Pusat Statistik Daerah Kabupaten Sikka Tahun 2014
- [13], (2005), Penyelidikan Potensi Air Tanah Skala 1:100.000 Atau Lebih Besar, Standar Nasional Indonesia SNI, SNI 19-6728.1-2002
- [14], (1987), Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.173/MENKES/Per-VIII/1987 tentang pengendalian pencemaran air

Halaman ini sengaja dikosongkan