

Aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) untuk Kajian Fluktuasi Muka Air Tanah dan Karakteristik Akuifer di Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar

I GUSTI AYU ADE TEJASTINI
I WAYAN DIARA *)
I NYOMAN DIBIA

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana
Jl. PB Sudirman Denpasar 80232 Bali

*)Email: diarawyn@yahoo.com

ABSTRACT

Application Geographic Information System (GIS) for Study of Ground Water Fluctuations and Characteristics of Aquifers in the District of North Denpasar, Denpasar City

The use of water in everyday life is very influential on the pattern of water use available. Ground water is water located on rock is layer below the water is surface. The study was conducted in North Denpasar District, Denpasar City from November 2018 to March 2019. The method used is a survey method, purposive sampling method and descriptive quantitative. The results of the study is ground water fluctuations are between 0 m - 5 m and 5 m - 10 m. Distribution of the depth of the ground water in the North Denpasar District which varied greatly in the dry season between 4,5 m – 22,1 m and in the rainy season between 5,1 m – 21,6 m. Ground water fluctuations in the study area are between 0 m - 5 m and 5 m - 10 m. The direction of ground water flow in North Denpasar District is predicted flowing to west, south west and to south but leaning more to the southwest. Characteristics of aquifers in North Denpasar District is classified as good aquifers with rock constituent material consisting of sand tuff, sandstone and clay sand which can potentially store and drain water.

Keyword : Ground water, Characteristics of Aquifers, Fluctuations

I. Pendahuluan

Air merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup. Selain itu air juga digunakan untuk aktivitas pertanian, pariwisata, industri dan aktivitas lainnya. Penggunaan air dalam kehidupan sehari-hari sangat berpengaruh pada pola penggunaan air yang tersedia. PDAM Kota Denpasar tahun 2018 menyatakan tingkat pelayanan PDAM di Kecamatan Denpasar Utara tahun 2018 diketahui bahwa 62,87% penduduk sudah menggunakan PDAM dan 37,13% penduduk menggunakan air tanah (sumur gali dan sumur bor) sebagai alternatif. Air tanah (*groundwater*) adalah air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi (Soemarto, 1999). Nugroho (2012) menyatakan bahwa air tanah terdapat pada formasi geologi yang dapat menyimpan air dalam jumlah besar, yang dikenal sebagai akuifer. Air tanah di beberapa desa/kelurahan digunakan untuk kebutuhan sehari – hari, di beberapa

desa/kelurahan lainnya air tanah hanya digunakan untuk menyiram tanaman karena sudah tersedianya sambungan PDAM dan sumur bor untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari.

Pengambilan air tanah yang bertambah dari tahun ke tahun di wilayah penelitian dapat mengalami perubahan kualitas dan kuantitas pada sistem air tanah. Jika muka air tanah terus turun maka volume air dalam sumur juga terus menurun bahkan bisa menjadi kering sehingga dapat menyebabkan fluktuasi muka air tanah. Teknik untuk mengkaji dan menganalisis data dalam penelitian ini menggunakan sistem informasi geografi. Komponen sistem pada SIG antara lain: *input* yaitu mengumpulkan data dan mempersiapkan data spasial dan atau atribut dari berbagai sumber data sesuai format data yang sesuai (Riyanto *et al.*, 2009), sehingga penggunaan aplikasi SIG ini dapat mempermudah dalam mengkaji data penelitian. Pemanfaatan SIG dilakukan karena SIG adalah suatu alat dengan sistem komputer yang memiliki kemampuan dalam menginterpolasi titik sehingga terbentuk suatu garis kontur.

II. Metodologi Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar. Penelitian dimulai dari Oktober 2018 sampai dengan Maret 2019 terhitung mulai dari persiapan sampai selesai. Analisis data dilakukan di Pusat Pengembangan Infrastruktur Informasi Geospasial (PPIIG) Universitas Udayana.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : Citra Satelit Resolusi Tinggi (*Worldview 2, Pleiades*) Kecamatan Denpasar Utara perekaman 2013-2015 diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG), Peta Hidrogeologi Provinsi Bali dengan skala 1 : 250.000, Peta RBI Kecamatan Denpasar Utara skala 1 : 25.000, Data DEMNAS (*Digital Elevation Model*) Nasional dengan resolusi 0,27 *arcsecond* yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial, Data litologi sumur bor yang diperoleh dari Dinas Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Bali dan PDAM Kota Denpasar.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: *Software ArcGIS* 10.4, *Software ArcScene* 10.4, GPS (*global positioning system*) *Garmin Montana 680* dengan tingkat akurasi 3 meter, tali dan meteran.

2.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari metode survei lapangan untuk memperoleh gambaran umum mengenai informasi-informasi yang terkait. Penentuan titik sampel pada lokasi penelitian dilakukan secara *purposive sampling* yang bertujuan untuk memberikan peluang bagi populasi untuk dipilih menjadi sampel sehingga pengambilan sampel ditentukan berdasarkan keberadaan sumur pada daerah penelitian (Sandjaja *et al.*, 2011). Pencatatan berbagai kondisi sampel dan pengukuran muka air tanah musim kemarau dan musim hujan dilakukan secara *deskriptif kuantitatif* yaitu untuk menggambarkan, menjelaskan dan mencatat

berbagai kondisi sampel penelitian menurut kejadian sebagaimana adanya (Bungin, 2005).

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dari studi pustaka kemudian pengumpulan data baik primer maupun sekunder setelah pengumpulan data diperoleh dilakukan analisis data. Berikut merupakan uraian mengenai studi pustaka, pengumpulan data dan analisis data.

2.4.1 Studi pustaka

Studi pustaka adalah metode yang digunakan untuk mengkaji pustaka-pustaka seperti laporan-laporan, data hasil penelitian sebelumnya, dokumen dan informasi lain yang berkaitan dengan penelitian. Pada penelitian ini informasi yang didapat yaitu : (1) informasi penggunaan air diperoleh dari PDAM Kota Denpasar, (2) data boring diperoleh dari penelitian sebelumnya, (3) peta hidrogeologi diperoleh dari Dinas Tenaga Kerja dan Sumberdaya Mineral Provinsi Bali, (4) wawancara dilakukan secara langsung dengan masyarakat setempat untuk mengetahui tingkat fluktuasi muka air tanah.

2.4.2 Pengumpulan data

Pengumpulan data pada penelitian ini meliputi pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Pengumpulan data primer diperoleh dari observasi lapangan dengan cara mengamati dan mengumpulkan data di lapangan terkait pengukuran kedalaman muka air tanah pada sumur gali pada musim kemarau dan musim hujan. Penentuan lokasi pengambilan sampel menggunakan GPS (*global positioning system*) untuk memperoleh titik koordinat x dan y. Pengukuran kedalaman muka air tanah pada sumur gali dilakukan dengan tali dan meteran.

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari dokumen, laporan dari data-data yang terkait, dan wawancara secara langsung. Data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu data litologi sumur bor tanah yang diperoleh dari Dinas Energi Sumber Daya Mineral dan dianalisis secara spasial sehingga diperoleh peta akuifer Kecamatan Denpasar Utara. Pembentukan peta akuifer ini dianalisis spasial dengan mengkorelasikan data jenis batuan (litologi) yang sama, sehingga akan diperoleh kelas-kelas akuifer tertentu.

2.4.3 Analisis data

Data primer dan data sekunder yang diperoleh dianalisis secara spasial. Data tersebut diinterpolasi dengan metode IDW (*Inverse Distance Weighted*) sehingga menghasilkan peta fluktuasi muka air tanah pada musim kemarau dan musim hujan. Lebih lanjut untuk memaksimalkan hasil fluktuasi, maka diinterpolasi menggunakan *software ArcScene* untuk menghasilkan visualisasi 3D fluktuasi muka air tanah. DEMNAS (*Digital Elevation Model Nasional*) setelah dianalisis menghasilkan peta kontur air tanah. Peta kontur air tanah tersebut dijadikan acuan untuk penentuan prediksi arah aliran air tanah Kecamatan Denpasar Utara dengan menggunakan metode *three point problem*. Metode *three point problem* merupakan metode mengukur muka air tanah dari 3 titik sampel (sumur gali).

Data sekunder yang diperoleh berupa data boring dan peta hidrogeologi kemudian dianalisis menghasilkan litologi. Litologi yang berada di Pemecutan,

Peguyangan dan Penatih dikorelasi untuk menentukan akuifer di Kecamatan Denpasar Utara. Selanjutnya dilakukan kajian terhadap fluktuasi, sebaran kedalaman muka air tanah, pola aliran air tanah serta karakteristik akuifer di Kecamatan Denpasar Utara, sesuai dengan hasil analisis spasial yang telah dilakukan.

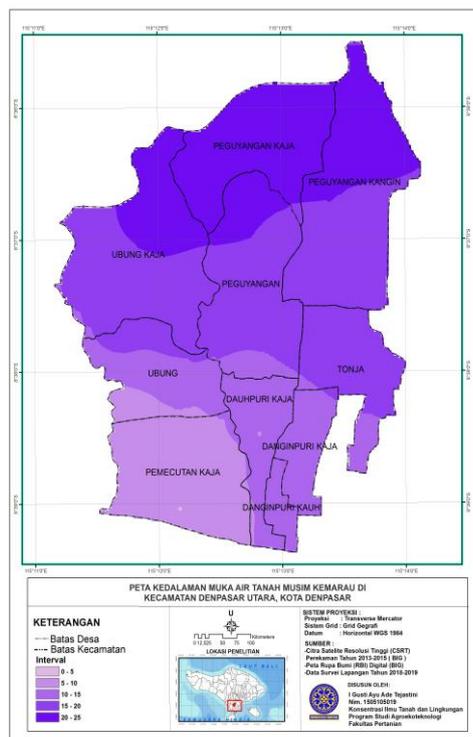
III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sebaran Sumur Gali dan Muka Air Tanah

Sumur gali yang ditemukan dari hasil survei dilapangan sebanyak 42 sampel yang tersebar di Desa/Kelurahan di Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar. Sebaran kedalaman muka air tanah di lokasi penelitian pada musim kemarau antara 4,5m – 22,1m dan pada musim hujan antara 5,1 – 21,6m. Berikut merupakan uraian mengenai sebaran sumur dangkal muka air tanah pada musim kemarau dan musim hujan.

3.1.1 Sebaran kedalaman muka air tanah musim kemarau

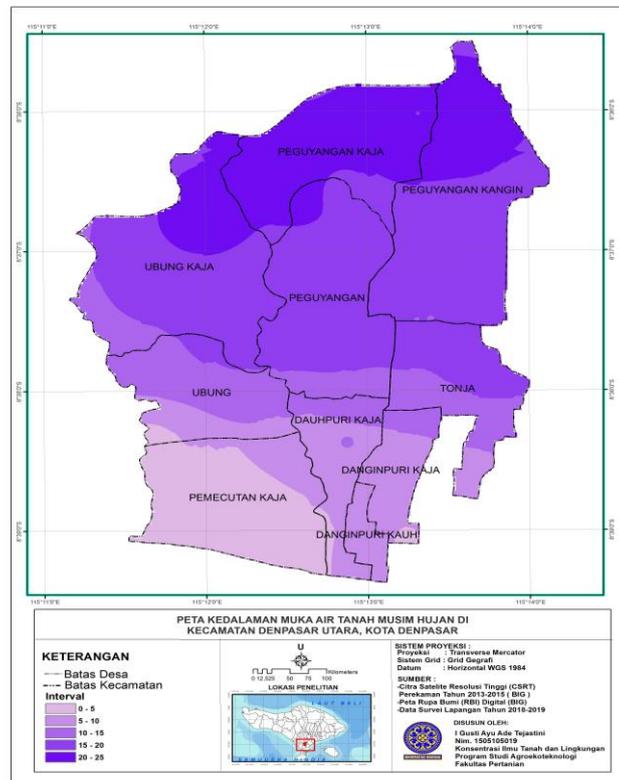
Tingkat kedalaman muka air tanah pada musim kemarau dianalisis secara spasial menggunakan aplikasi *Arcmap 10.4* sehingga menghasilkan sebaran spasial kedalaman muka air tanah pada musim kemarau yang terbagi menjadi 5 kelas kedalaman, yaitu 0m – 5m, 5m – 10m, 10m – 15m, 15m – 20m, 20m – 25m. Sebaran spasial kedalaman muka air tanah pada musim kemarau di Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar disajikan pada Gambar 1



Gambar 1. Sebaran Spasial Kedalaman Muka Air Tanah Pada Musim Kemarau di Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar

3.1.2 Sebaran kedalaman muka air tanah musim hujan

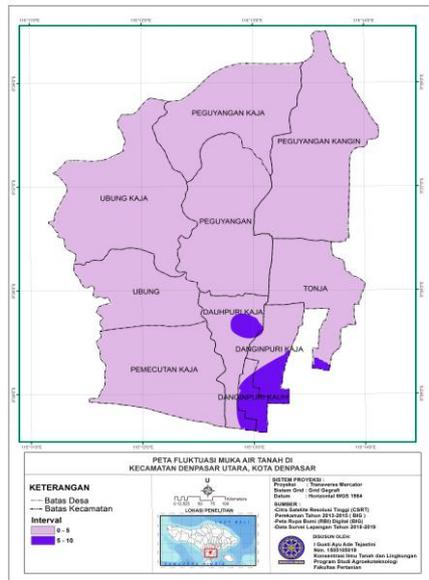
Tingkat kedalaman muka air tanah pada musim kemarau dianalisis secara spasial menggunakan aplikasi *Arcmap 10.4* sehingga menghasilkan sebaran spasial kedalaman muka air tanah pada musim kemarau yang terbagi menjadi 5 kelas kedalaman, yaitu 0m – 5m, 5m – 10m, 10m – 15m, 15m – 20m, 20m – 25m. Sebaran spasial kedalaman muka air tanah pada musim hujan di Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran Spasial Kedalaman Muka Air Tanah pada Musim Hujan di Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar

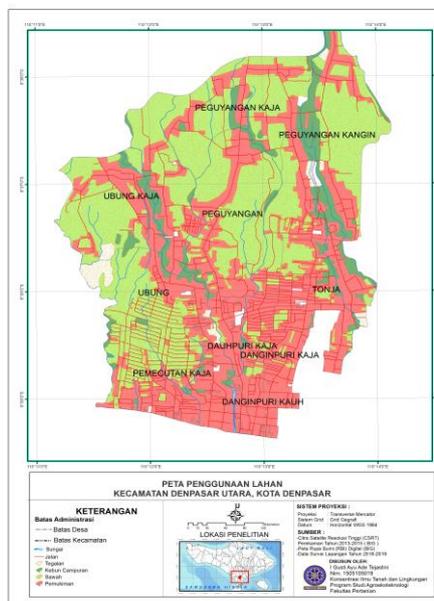
3.1.3 Fluktuasi muka air tanah

Fluktuasi muka air tanah di lokasi penelitian terbagi menjadi 2 kelas dengan kelas kedalaman 0 – 5 m berada di Desa/Kelurahan Peguyangan Kaja, Peguyangan Kangin, Ubung Kaja, Peguyangan, Ubung, Tonja, dan Dangin Puri Kaja. Fluktuasi dengan kelas kedalaman 0m – 5m berada di Desa/Kelurahan Peguyangan Kaja, Peguyangan Kangin, Ubung Kaja, Peguyangan, Ubung, Tonja, dan Pemecutan Kaja serta kelas fluktuasi muka air tanah 5m – 10m berada di Desa Dauh Puri Kaja, Dangin Puri Kaja, Dangin Puri Kauh. Sebaran fluktuasi muka air tanah di Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar disajikan pada Gambar 3. Selama berlangsungnya musim kemarau permukaan air tanah semakin menurun kemudian akan terisi lagi pada musim hujan, keadaan tersebut disebut dengan fluktuasi.



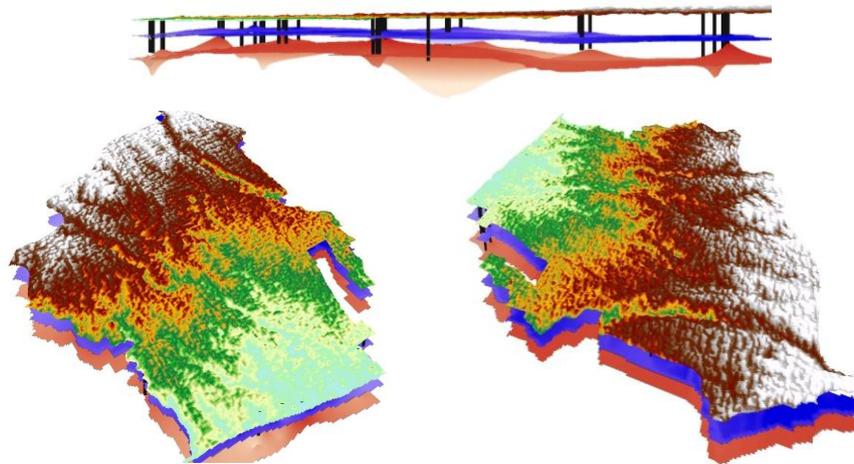
Gambar 3. Fluktuasi Muka Air Tanah di Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar

Fluktuasi pada daerah penelitian dipengaruhi oleh penggunaan lahan. Desa/Kelurahan Peguyangan Kaja, Peguyangan Kangin, Peguyangan, Ubung Kaja, Ubung, Tonja dan Pemecutan Kaja tidak terjadi fluktuasi tinggi karena penggunaan lahan pada daerah tersebut belum padat pemukiman dan terdapat lahan sawah serta kebun campuran (*recharge area*), namun di Desa Dauh Puri Kaja, Dangin Puri Kaja dan Dangin Puri Kauh terjadi fluktuasi tinggi karena terdapat penggunaan lahan pemukiman yang padat (*discharge area*). Peta Penggunaan lahan di Kecamatan Denpasar Utara disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Penggunaan lahan di Kecamatan Denpasar Utara

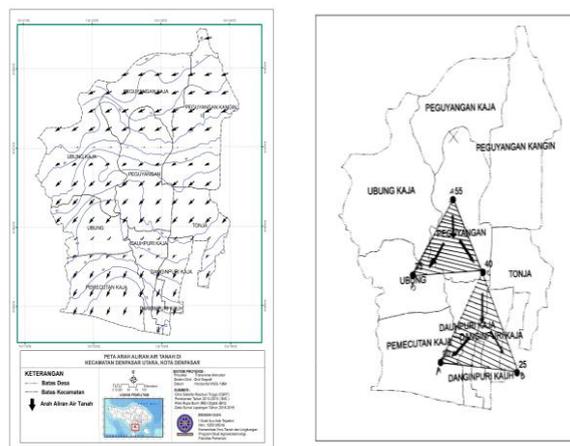
Lebih lanjut, untuk memperjelas bagian daerah yang terjadi fluktuasi data kedalaman muka air tanah musim kemarau dan musim hujan diinterpolasi dengan menggunakan *software ArcScene* pada fitur 3D sehingga menghasilkan kondisi topografi dan muka air tanah saat musim kemarau serta musim hujan secara vertikal. Visualisasi 3D fluktuasi muka air tanah disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Visualisasi 3D Fluktuasi Muka Air Tanah

3.2 Arah Aliran Air Tanah

Arah aliran ir tanah dianalisis menggunakan perangkat lunak aplikasi *ArcMap* 10.4. Arah aliran air tanah diperoleh dari kontur air tanah, kontur diubah dari *figure to pint* kemudian titik (*point*) di *IDW (Inverse Distance Weighted)* sehingga menghasilkan tanda panah yang menunjukkan arah aliran air tanah. Sebagai dasar untuk memprediksi arah aliran air tanah dilakukan analisis manual dengan metode *three point problem* mengukur muka air tanah dari 3 titik sampel (sumur gali). Arah aliran air tanah di lokasi penelitian diprediksi mengalir ke arah barat, barat daya dan selatan namun lebih condong ke arah barat daya. Peta prediksi arah aliran air tanah dan metode *three point problem* Kecamatan Denpasar Utara disajikan pada Gambar 6.



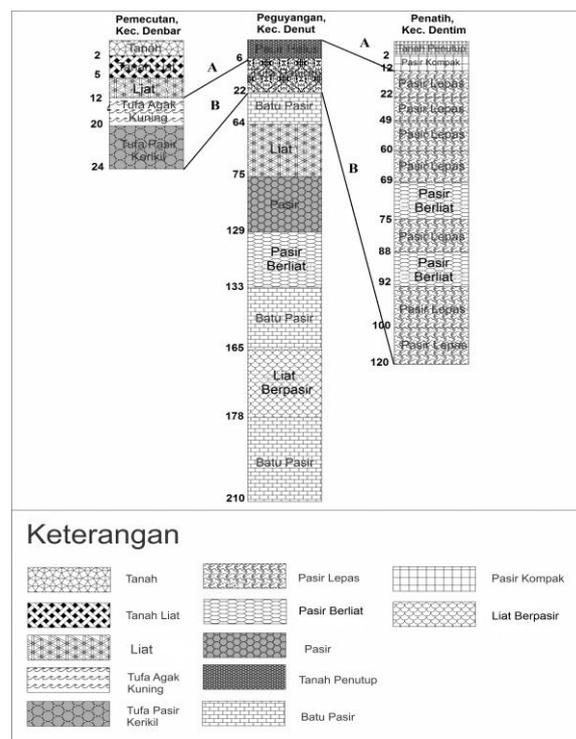
Gambar 6. Peta Prediksi Arah Aliran Air Tanah (kiri) dan Metode *Three Point Problem* (Kanan)

3.3 Karakteristik Akuifer

Data boring yang ditemukan berada di Kelurahan Pemecutan Kecamatan Denpasar Barat, Kelurahan Peguyangan Kecamatan Denpasar Utara dan Desa Penatih Kecamatan Denpasar Timur dengan kedalaman sumur bor yang bervariasi. Data boring yang telah diperoleh digunakan untuk mengetahui susunan formasi geologi yang kemudian di korelasikan. Selanjutnya, data boring digambarkan secara vertikal sehingga menghasilkan litologi.

Litologi yang berada di Kelurahan Peguyangan, Kecamatan Denpasar Utara kemudian dikorelasikan dengan litologi di Kelurahan Pemecutan, Kecamatan Denpasar Barat dan Desa Penatih, Kecamatan Denpasar Timur sesuai dengan penyusun batuan yang sejenis sehingga menghasilkan kelas-kelas akuifer. Akuifer dangkal ditemukan pada kedalaman 22 m – 64 m, sedangkan akuifer dalam ditemukan mulai dari kedalaman 64 m - 210 m. Akuifer dalam pada kedalaman 75 m dan 178 m terdapat lapisan penyekat/*impermeable* dengan material liat bersifat akuiklud. Tebal akuifer dangkal dengan material tufa pasir (16 m), batu pasir (42 m) dan tebal akuifer dalam yaitu pasir (54 m), pasir berliat (4 m), batu pasir (32 m).

Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar terdapat akuifer baik dengan material terdiri dari tufa pasir, batu pasir dan pasir berliat yang bersifat *permeable*. Korelasi data boring disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Korelasi Data Boring

IV. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Fluktuasi muka air tanah di daerah penelitian terbagi menjadi 2 (dua) kelas, yaitu Kelas fluktuasi 0 m – 5 m berada di Desa/Kelurahan Peguyangan Kaja, Peguyangan Kangin, Ubung Kaja, Peguyangan, Ubung, Tonja, dan Pemecutan Kaja serta kelas fluktuasi muka air tanah 5 m – 10 m berada di Desa Dauh Puri Kaja, Daging Puri Kaja, Daging Puri Kauh. Sebaran kedalaman muka air tanah di Kecamatan Denpasar Utara bervariasi pada musim kemarau antara 4,5 m – 22,1 m dan pada musim hujan antara 5,1 m – 21,6 m.
2. Arah aliran air tanah Kecamatan Denpasar Utara diprediksi mengalir ke arah barat, barat daya dan ke arah selatan namun lebih condong ke arah barat daya
3. Karakteristik akuifer pada Kecamatan Denpasar Utara yaitu akuifer baik dengan material penyusun batuan terdiri dari tufa pasiran, batu pasir dan pasir berliat yang berpotensi dapat menyimpan dan mengalirkan air.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini dapat disarankan, yaitu :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut, sehingga debit air tanah di Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar dapat diketahui
2. Perlu adanya pembuatan sumur resapan pada lokasi pemukiman yang padat penduduk sehingga fluktuasi air tanah dapat dikurangi

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Kota Denpasar. 2018. Kecamatan Denpasar Utara Dalam Angka. <http://denpasarkota.bps.go.id> diakses pada tanggal 04 Oktober 2018
- Bungin, Burhan. 2005. Metodologi Penelitian Kuantitatif. Hal. 48-49. Jakarta.
- Nugroho, Tjahyo. 2012. Kajian Potensi Dan Arah Penggunaan Air Tanah untuk Kebutuhan Domestik di Kecamatan Depok Kabupaten Sleman. Skripsi. Universitas Gajah Mada.
- Riyanto.,Putra,E.P dan Indelarko, A. 2009. Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Desktop dan web. Gaya Media. Yogyakarta.
- Sandjaja, B dan Heriyanto, Albertus. 2011. Panduan Penelitian. Jakarta: Prestasi Pustakaraya.
- Soemarto, C.D. 1999. Hidrologi Teknik. Penerbit Erlangga, Jakarta.