

PEMETAAN DATA RECHARGE AIR TANAH DI KABUPATEN SLEMAN BERDASARKAN DATA CURAH HUJAN

Bambang Yuwono⁽¹⁾, Awang Hendrianto Pratomo⁽²⁾, Heru Cahya Rustamaji⁽³⁾,
Puji Pratiknyo⁽⁴⁾, Mochamad Assofa Indera Jati⁽⁵⁾

^{1,2,3,5}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri,
UPN "Veteran" Yogyakarta, Jl. Babarsari No. 2, Tambakbayan, Depok Sleman

⁴Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral,
UPN "Veteran" Yogyakarta, Jl. SWK No. 104, Condong Catur, Depok Sleman

e-mail: bambangy@gmail.com⁽¹⁾, awang@upnyk.ac.id⁽²⁾, herucr@gmail.com⁽³⁾,
puji_pratiknyoupn@yahoo.com⁽⁴⁾

Abstract

Water is a basic need for humans and other living things. Various sources of water on this earth has formed a system of close interaction with the components of living things in it. Over the years, water resources have changed in terms of both quality and quantity. This can be due to population growth in addition to the natural changes in nature. The more narrow field of water absorption followed by high water consumption causes the supply of ground water reserves can be threatened. So, we need a mapping and ground water recharge calculations to assist in the monitoring of groundwater reserves.

The method used in this research is the Water Balance (keseimbangan air) method. This method is based on any incoming rain water will be equal to the output evapotranspiration and runoff hereinafter this method is applied in the application. Factors affecting groundwater recharge the water balance method is precipitation, evapotranspiration and run off. Information og groundwater recharge is also displayed on the map using Google Map function are related to the database system to produce informative maps Calculation of groundwater recharge is applied to the daily rainfall data input into the application which then included in the water balance equation method so it can be easy to determine the value of groundwater recharge. Groundwater recharge information can be displayed in the form of mapping, making them easier to understand visually. Based on testing, the highest recharge results of this research on the Kempud station is 1119,5 mm/year with rainfall of 2750 mm/year. Seyegan and Bronggang station is 1026,25 mm/year with rainfall of 2625 mm/year. Angin-angin and Prumpung station is 933 mm/year with rainfall of 2500 mm/year. Beran and Gemawang station is 839.5 mm/year with rainfall of 2375 mm/year. Plataran station is 808.42 mm/year with rainfall of 2333 mm/year. Godean station is 699.5 mm/year with rainfall of 2187 mm/year and the lowest at Tirta Tanjungand Santan stastion 560 mm / year with rainfall of 2000 mm / year.

Key words : GIS, Rainfall, Recharge, Water Balance

Abstrak

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya. Berbagai sumber air di muka bumi ini telah membentuk suatu sistem interaksi yang erat dengan komponen makhluk hidup di dalamnya. Seiring perkembangan waktu, sumber daya air telah mengalami perubahan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Hal ini dapat disebabkan oleh pertumbuhan penduduk selain adanya perubahan alam secara alami. Semakin sempit lahan resapan air diikuti konsumsi air yang tinggi menyebabkan persediaan cadangan air tanah dapat terancam. Sehingga diperlukan pemetaan dan perhitungan recharge air tanah untuk membantu dalam pemantauan cadangan air tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Water Balance (keseimbangan air). Metode ini didasarkan setiap air hujan yang masuk akan sama dengan keluaran evapotranspirasi dan run off yang selanjutnya metode ini diterapkan dalam aplikasi. Faktor yang mempengaruhi recharge air tanah dalam metode water balance adalah curah hujan, evapotranspirasi dan run off. Informasi recharge air tanah juga

ditampilkan dalam peta menggunakan fungsi Google Map yang direlasikan dengan database sistem sehingga menghasilkan peta yang informative. Perhitungan recharge air tanah diterapkan dengan proses input data curah hujan harian ke dalam aplikasi yang selanjutnya dimasukan dalam persamaan metode water balance sehingga dapat dengan mudah untuk mengetahui nilai recharge air tanah. Informasi recharge air tanah dapat ditampilkan dalam bentuk pemetaan sehingga lebih mudah dipahami secara visual. Berdasarkan pengujian, hasil recharge tertinggi pada penelitian ini pada Stasiun Kempot yaitu 1119,5 mm/tahun dengan curah hujan 2750 mm/tahun. Stasiun Seyegan dan Bronggang 1026,25 mm/tahun dengan curah hujan 2625 mm/tahun. Stasiun Angin-angin dan Prumpung 933 mm/tahun dengan curah hujan 2500 mm/tahun. Stasiun Beran dan Gemawang 839,5 mm/tahun dengan curah hujan 2375 mm/tahun. Stasiun Plataran 808,42 mm/tahun dengan curah hujan 2333 mm/tahun. Stasiun Godean 699,5 mm/tahun dengan curah hujan 2187 mm/tahun dan yang terendah pada stasiun Santan dan Tanjung Tirta 560 mm/tahun dengan curah hujan 2000 mm/tahun.

Kata kunci : SIG, Curah hujan, Recharge, Water Balance

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya. Berbagai sumber air di muka bumi ini telah membentuk suatu sistem interaksi yang erat dengan komponen makhluk hidup di dalamnya. Hubungan ketergantungan di dalam ekosistem bumi akhirnya menempatkan air sebagai bagian yang tak terpisahkan dari setiap komponen makhluk hidup. Terdapat delapan komponen alami sumber daya air, antara lain sungai, pantai, danau, rawa, daerah retensi, mata air, air terjun dan air tanah (Hatala, 2007).

Seiring perkembangan waktu, sumber daya air telah mengalami perubahan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Hal ini dapat disebabkan oleh pertumbuhan penduduk selain adanya perubahan alam secara alami (Hatala, 2007). Pertumbuhan penduduk yang pesat di Indonesia dapat dilihat pada kota-kota besar salah satunya adalah Yogyakarta. Daerah Istimewa Yogyakarta salah satu provinsi besar yang ada di Indonesia ini sudah mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat. Salah satu kabupaten di DIY yang telah mengalami kemajuan yang pesat adalah kabupaten Sleman. Kemajuan ini dapat dilihat dari semakin banyaknya properti seperti perindustrian, perhotelan, supermarket, mall dan perumahan penduduk. Semakin padatnya penduduk dapat mengancam keseimbangan dan ketersediaan cadangan air dalam tanah jika pembangunan tidak terkontrol. Semakin sempit lahan resapan air diikuti konsumsi air yang tinggi menyebabkan persediaan cadangan air tanah dapat terancam. Hotel, supermarket dan mall merupakan bangunan vertikal yang membutuhkan jumlah air bersih sangat besar untuk mencukupi kebutuhan air di bangunan tersebut. Untuk mencegah dampak buruk yang disebabkan hal tersebut maka pemerintah membuat kebijakan perizinan pendirian bangunan melalui Dinas Penyediaan Air Baku agar perkembangan pembangunan dapat dikontrol. Pemberian izin pembangunan didasarkan pada hasil pemantauan sumur produksi dan sumur pantau di daerah tertentu. Perlu kesadaran masyarakat agar selalu memantau dan menjaga ketersediaan air di daerahnya agar sumber daya air ini tidak tereksplorasi secara sembarangan.

Sistem informasi yang tepat untuk mengimplementasikan suatu pola cadangan air tanah yang berguna untuk memantau air tanah berupa peta adalah dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Sistem Informasi Geografis merupakan sistem berbasis komputer yang didesain untuk mengumpulkan, mengelola, memanipulasi dan menampilkan informasi spasial (keruangan). Sistem Informasi Geografis mempunyai hubungan geometris dalam arti bahwa informasi tersebut dapat dihitung, diukur dan disajikan dalam sistem koordinat dengan data berupa data digital yang terdiri dari data posisi dan data semantiknya (Yuhana, 2010).

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukannya pembangunan sistem informasi mengenai cadangan air tanah. Oleh karena itu pada penelitian ini dibangun sistem informasi berbasis Sistem Informasi Geografis dengan memanfaatkan fungsi-fungsi Google Map API sehingga peta yang dihasilkan berupa peta Google Maps untuk menggambarkan cadangan air tanah di propinsi Yogyakarta khususnya di daerah Sleman. Penelitian ini diharapkan dapat

mempermudah dalam perhitungan perkiraan cadangan air tanah di Kabupaten Sleman, memberikan informasi mengenai cadangan air tanah yang mudah dibaca dan dipahami oleh user (user friendly), serta dapat memberikan informasi berupa peta wilayah di Kabupaten Sleman yang diintegrasikan dengan google map API

2. METODE PENELITIAN

Metodologi pada penelitian ini menggunakan metode waterfall sebagai pengembangan sistem. Metode waterfall berisi lima tahapan yaitu pengumpulan data, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, penulisan program (coding) dan pengujian. Tahap pengumpulan data melalui tiga cara yaitu observasi, studi pustaka dan wawancara. Selanjutnya dilakukan analisis sistem untuk mengetahui kebutuhan sistem. Tahap selanjutnya perancangan sistem. Perancangan sistem terbagi atas tiga bagian yaitu perancangan proses, perancangan basis data, perancangan interface. Perancangan sistem menghasilkan Data Flow Diagram (DFD), Entity Relational Diagram (ERD), Relasi Antar Tabel (RAT) dan layer pada peta SIG. Setelah seluruh rancangan terbentuk, selanjutnya dilakukan pengkodean dengan membuat source code sesuai dengan perancangan yang dibuat. Tahap terakhir metode ini yaitu pengujian. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian yang berjudul "Pemetaan Dan Perhitungan Recharge Air Tanah Berdasarkan Data Curah Hujan Di Kabupaten Sleman" dengan penelitian yang dilakukan oleh Victor Aleluia de Sousa Vicente (2014) yang berjudul "Cadangan Airtanah Berdasarkan Geometri dan Konfigurasi Sistem Akuifer Cekungan Airtanah Yogyakarta-Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta".

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian "Pemetaan dan Perhitungan Recharge Air Tanah Berdasarkan Data Curah Hujan Di Kabupaten Sleman" bertujuan memberikan kemudahan dalam perhitungan perkiraan cadangan air tanah di Kabupaten Sleman sehingga informasi yang dihasilkan dapat dengan mudah dipahami oleh pengguna (user friendly) serta memberikan informasi berupa peta wilayah di Kabupaten Sleman yang diintegrasikan dengan google map API. Aplikasi ini memanfaatkan fungsi-fungsi Google Map API, peta yang dihasilkan berupa peta Google Map untuk menggambarkan cadangan air tanah di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya di Kabupaten Sleman. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder curah hujan di Kabupaten Sleman, kemudian dari data sekunder ini akan diperoleh nilai recharge air tanah yang sebelumnya diolah menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Recharge} = \text{curah hujan} - \text{evapotranspirasi} - \text{run off} \quad [1]$$

$$\text{Evapotranspirasi} = (-0,146 \times \text{curah hujan}) + 1276 \quad [2]$$

$$\text{Run off} = (0,4 \times \text{curah hujan}) - 344 \quad [3]$$

(Bisson, 2004)

Data recharge ini merupakan jumlah air yang masuk ke dalam tanah yang selanjutnya dijadikan hasil perkiraan cadangan air tanah. Perhitungan recharge airtanah dilakukan dengan metode keseimbangan air (water balance). Penggunaan metode ini didasarkan atas ilmu geologi yang luas, sehingga apabila tidak dibatasi maka penelitian ini akan meluas dan tidak terfokus pada data curah hujan yang digunakan sebagai data utama dalam penelitian ini. Selain itu metode ini menggunakan rumus yang mudah diterapkan ke dalam aplikasi sehingga rumus ini dapat dengan mudah dimengerti secara universal oleh orang yang awam mengenai ilmu Geologi. Metode ini mengasumsikan setiap masukan oleh air hujan akan sama dengan keluaran oleh evapotranspirasi, run off (Ningsih & Ayuningtyas, 2011). Recharge dapat dihitung dengan mengurangkan curah hujan dengan evapotranspirasi dan run off. Evapotranspirasi disini menggambarkan jumlah air yang hilang karena proses vegetasi tumbuhan sedangkan run off sendiri merupakan air yang mengalir dipermukaan menuju sungai, danau atau rawa.

Berdasarkan persamaan rumus di atas, data curah merupakan faktor utama yang akan diproses ke dalam aplikasi. Persamaan tersebut dituliskan ke dalam aplikasi berupa script php yang merupakan sql query. Sql query ini merupakan perintah untuk pemanggilan data curah hujan yang berasal dari database dan sekaligus representasi dari persamaan rumus recharge air

tanah. Data curah hujan yang digunakan adalah data harian yang diakumulasi selama satu tahun sehingga didapatkan data curah hujan total selama satu tahun. Setelah curah hujan tahunan didapatkan selanjutnya data tersebut diproses ke dalam rumus unuk mendapatkan nilai recharge air tanah. Nilai recharge air tanah akan ditampilkan pada halaman peta air tanah sebagai informasi utama. Dari hasil perhitungan tersebut maka didapatkan data hasil recharge air tanah seperti pada Tabel 1 berikut ini:

Data diatas merupakan data hasil perhitungan *recharge* air tanah berdasarkan data curah hujan Kabupaten Sleman pada setiap stasiun curah hujan. Berdasarkan data Balai PSDA DIY Kabupaten Sleman memiliki 11 titik stasiun curah hujan. Apabila dilihat dari data di atas dapat diketahui bahwa semakin tingginya curah hujan maka semakin besar pula *recharge* air tanah yang didapatkan. Hal ini sesuai dengan prinsip metode *water balance* dimana tingginya curah hujan menunjukkan semakin besarnya air yang akan terserap di dalam tanah, sehingga semakin besar pula simpanan air tanah disuatu tempat.

Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Victor Aleluia de Sousa Vicente (2014) yang berjudul "Cadangan Airtanah Berdasarkan Geometri dan Konfigurasi Sistem Akuifer Cekungan Airtanah Yogyakarta-Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta" yang menggunakan metode berbeda seperti pada persamaan di bawah ini :

$$RC = P \times A \times Rf \%$$

[4]

Maka *recharge* air tanah yang diperoleh dapat ditunjukkan seperti pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 1 Data hasil perhitungan recharge air tanah berdasarkan data curah hujan Sleman

No	Nama Stasiun Curah Hujan	Kecamatan	Curah hujan (mm/tahun)	Recharge Air Tanah (mm/tahun)
1	Angin-angin	Sleman	2500	933
2	Prumpung	Ngaglik	2500	933
3	Kemput	Turi	2750	1119,5
4	Seyegan	Tempel	2625	1026,25
5	Bronggang	Ngemplak	2625	1026,25
6	Plataran	Ngemplak	2333	808,42
7	Beran	Mlati	2375	839,5
8	Gemawang	Mlati	2375	839,5
9	Santan	Berbah	2000	560
10	Godean	Seyegan	2187	699,5
11	Tanjung Tirto	Berbah	2000	560

(Sumber : Balai PSDA DIY)

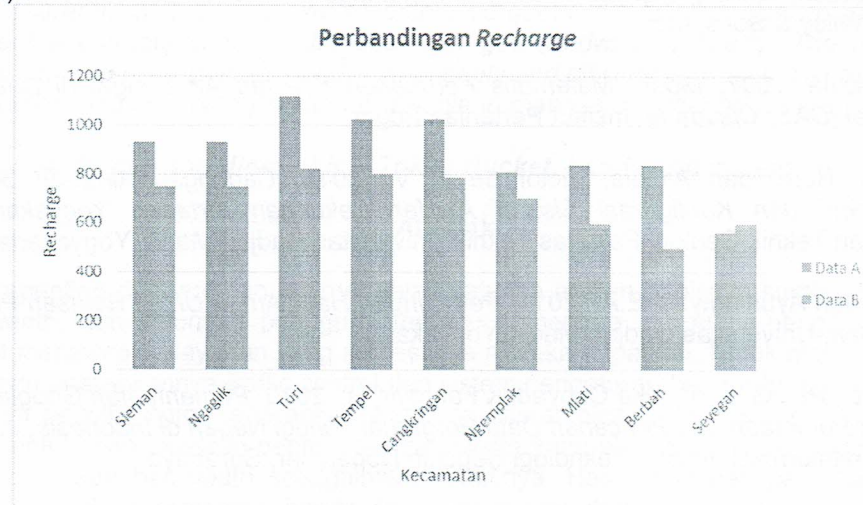
Tabel 2 Data Imbunan Air Tanah Kabupaten Sleman (Victor Aleluia de Sousa Vicente)

No	Kecamatan	Litologi	Koefisien	Luas	Curah Hujan	Imbunan	Imbunan lt/detik	mm/tahun
						m ³ /tahun		
1	Tempel	Pasir vulkanik kasar	30	33.559.736	2.675	26.428.292	838	802,5
2	Turi	Pasir vulkanik kasar	30	39.687.966	2750	32.742.572	1038	825
3	Pakem	Pasir vulkanik kasar	30	51.284.863	2750	42.392.512	1344	825
4	Cangkringan	Pasir vulkanik kasar	30	43.259.703	2625	34.067.016	1080	787,5
5	Ngemplak	Pasir vulkanik kasar	30	36.696.347	2333	25.683.773	814	699,9
6	Ngaglik	Pasir vulkanik kasar	30	38.289.488	2500	28.717.116	910	750
7	Sleman	Pasir vulkanik kasar	30	31.148.717	2500	23.361.537	740	750
8	Seyegan	Pasir vulkanik sedang	25	26.705.273	2375	15.856.256	502	593,75
9	Mlati	Pasir vulkanik sedang	25	28.277.655	2375	16.789.857	532	593,75
10	Depok	Pasir vulkanik sedang	25	33.960.466	2375	20.164.027	639	593,75
11	Berbah	Pasir vulkanik sedang	25	23.339.378	2000	11.669.689	370	500
12	Prambanan	Pasir vulkanik sedang	25	15.415.466	2000	7.707.733	244	500
13	Gamping	Pasir vulkanik sedang	25	23.694.565	2187	12.955.003	410	546,75
14	Godean	Pasir vulkanik sedang	25	26.764.404	2187	14.633.438	464	546,75
15	Minggir	Pasir vulkanik sedang	25	33.018.592	2187	18.052.915	572	546,75
16	Kalasan	Pasir vulkanik sedang	25	36.223.901	2000	18.111.950	574	500
17	moyudan	Pasir vulkanik sedang	25	39.178.132	2000	19.589.066	621	500

Penentuan nilai *recharge* air tanah dalam penelitian ini dipengaruhi oleh luas area tadah hujan dan curah hujan. Berdasarkan data penelitian di atas luas area berbanding lurus dengan imbunan air tanah. Hal ini ditunjukkan dengan semakin tinggi curah hujan maka semakin tinggi

pula imbuhan air tanah. Seperti perbandingan data pada daerah Tempel dengan Minggir yang memiliki luas area tadah hujan yang relatif sama yaitu 33.559.736 m² untuk Tempel dan 33.018.592 m² untuk Minggir tetapi memiliki perbedaan curah hujan yang cukup signifikan yaitu 2.675 mm/tahun untuk daerah Tempel dan 2187 mm/tahun untuk daerah Minggir. Didapatkan nilai imbuhan pada daerah Tempel adalah 802,5 mm/tahun sedangkan daerah Minggir lebih rendah yaitu 546,75mm/tahun. Selanjutnya pada data penelitian tersebut juga dapat diketahui bahwa semakin besar luas area tadah hujan maka semakin tinggi pula imbuhan air tanah. Perbandingan data pada daerah Turi dengan Pakem menunjukkan curah hujan yang sama yaitu 2750 mm/tahun tetapi memiliki perbedaan luas area tadah hujan yang signifikan yaitu 39.687.966 m² untuk daerah Turi dan 51.284.863 m² untuk daerah Pakem. Imbuhan pada daerah Turi adalah 1038 lt/detik (825 mm/tahun) sedangkan daerah Pakem lebih tinggi yaitu 1344lt/detik (825 mm/tahun).

Sehingga apabila dilihat dari kedua nilai *recharge* dari penelitian Victor Aleluia de Sousa Vicente (2014) dan pada penelitian Pemetaan dan Perhitungan *Recharge* Air Tanah Berdasarkan Data Curah Hujan di Kabupaten Sleman maka perbandingan nilai *recharge* dapat ditunjukkan dengan grafik. Berikut ini adalah grafik perbandingan antara kedua data tersebut (Gambar 1) :



Gambar 1 Grafik perbandingan nilai *recharge*

Apabila dilihat dari grafik perbandingan nilai *recharge* antara penelitian yang dilakukan Victor Aleluia de Sousa Vicente (2014) sebagai data B dengan penelitian Pemetaan dan Perhitungan *Recharge* Air Tanah Berdasarkan Data Curah Hujan di Kabupaten Sleman sebagai data A menunjukkan kecenderungan data yang sama yaitu pada data curah hujan dan hasil *recharge*, yaitu semakin tinggi curah hujan disuatu daerah maka akan semakin tinggi pula *recharge* air tanah. Sebaliknya bila dilihat dari tingkat keakuratan data, maka lebih akurat pada penelitian yang dilakukan oleh Victor Aleluia de Sousa Vicente (2014). Hal ini dikarenakan pada penelitian Perhitungan *Recharge* Air Tanah Berdasarkan Data Curah Hujan di Kabupaten Sleman hanya menggunakan satu parameter yaitu curah hujan, sedangkan aspek luas area tadah hujan mempengaruhi data hasil *recharge*.

Berdasarkan dari perbandingan grafik diatas, dapat pula diketahui tingkat kesalahan dari penelitian Perhitungan *Recharge* Air Tanah Berdasarkan Data Curah Hujan di Kabupaten Sleman yang didasarkan dari data Victor Aleluia de Sousa Vicente (2014) dengan persamaan berikut ini (Donna Roberts, 2012) :

$$\begin{aligned} \text{Tingkat kesalahan} &= \frac{\text{Total data A} - \text{Total data B}}{\text{Total data B}} \times 100\% & [5] \\ \text{Tingkat kesalahan} &= \frac{8085,42 - 6302,4}{6302,4} \times 100\% \\ &= 28,3\% \end{aligned}$$

Melalui persamaan di atas dapat diketahui bahwa tingkat kesalahan atau tingkat perbedaan antara penelitian Victor Aleluia de Sousa Vicente (2014) terhadap penelitian Perhitungan *Recharge* Air Tanah Berdasarkan Data Curah Hujan di Kabupaten Sleman yaitu sebesar

28,3 % sehingga dapat dikatakan bahwa hasil penelitian ini masih relevan dan dapat diimplementasikan dengan baik.

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan recharge air tanah tertinggi yaitu 1119,5 mm/tahun dengan curah hujan 2500 mm/tahun, sedangkan hasil perhitungan dari penelitian Victor Aleluia de Sousa Vicente yaitu 825 mm/tahun dengan curah hujan 2750 mm/tahun. Perbedaan hasil ini disebabkan karena parameter luas area tadah hujan dan litologi tanah yang digunakan pada penelitian Victor Aleluia de Sousa Vicente mempengaruhi hasil akhir recharge air tanah sehingga terdapat perbedaan hasil sebesar 28,3 %.

Daftar Pustaka

- Bisson, Robert A., dan Lehr, Jay H., 2004, *Modern Groundwater Exploration : Discovering New Water Resources in Consolidated Rocks Using Innovative Hydrogeologic Concepts, Exploration, Drilling, Aquifer Testing and Management Methods*, ISBN 0-471-06460-2, John Wiley & Sons, Inc.
- Hatala, Nurleyla, 2007, *Model Matematis Perubahan Kualitas Air Sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cisadane*, Institut Pertanian Bogor.
- Hendrayana, Heru, dan Aleluia, Victor de S. V., 2014, *Cadangan Airtanah Berdasarkan Geometri dan Konfigurasi Sistem Akuifer Cekungan Airtanah Yogyakarta-Sleman*, Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ningsih, S., dan Ayuningtyas, E.A., 2011, *Perhitungan Hasil Aman Untuk Batasan Pemompaan Airtanah*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yuhana, U. L., P., I G. L. A., Oka Cahyadi & Fabroyir, H., 2010, *Pemanfaatan Googlemaps Untuk Pemetaan dan Pencarian Data Perguruan Tinggi Negeri di Indonesia*, Jurnal Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.