

ISSN 1907-5995



CERTIFICATE NO: ID/10/1471

PROSIDING SEMINAR NASIONAL

KE-6 TAHUN 2011

Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi



*Pemanfaatan Teknologi dan Informasi
untuk Mitigasi Bencana Alam*



PT PLN (PERSERO)



PERTAMINA

STTNAS Yogyakarta, Sabtu 17 Desember 2011

SUSUNAN PANITIA

- Penanggung Jawab** : Ketua STTNAS
(**Ir. Ircham, M.T.**)
- Pengarah** : 1. Pembantu Ketua I STTNAS Yogyakarta
(**Ir. Harianto, M.T.**)
2. Pembantu Ketua II STTNAS Yogyakarta
(**Ir. Sukartono, M.T.**)
3. Pembantu Ketua III STTNAS Yogyakarta
(**Ir. Rr. Amara Nugrahini, M.T.**)
- Ketua Pelaksana** : Dr. Ir. Ev. Budiadi, M.S.
- Sekretaris Pelaksana** : Dr. Ir. Hill Gendoet Hartono, S.T., M.T.
- Bendahara Pelaksana** : Winarti, S.T., M.T.
- Seksi Reviewer**
- Bidang Teknik Elektro : Tugino, S.T., M.T.
Bidang Teknik Mesin : Sutrisna, S.T., M.T.
Bidang Teknik Geologi : Th. Listyani Retno Astuti, S.T., M.T.
Bidang Teknik Pertambangan : Ir. Ag. Isjudarto, M.T.
Bidang Teknik Sipil : Drs. H. Triwuryanto., M.T.
Bidang Teknik PWK : Drs. Achmad Wismoro, S.T., M.T.
- Seksi Prosiding** : Djoko Purwanto, S.T.
- Seksi Acara** : Ir. Dianto Isnawan, M.T.
- Seksi Publikasi, Dokumentasi,
Perlengkapan** : Ferry Okto Satriya, S.T.
Ign. Purwanto
P. Lilik Marsudiyanto

DAFTAR ISI

Halaman Depan	i
Susunan Panitia	ii
Sambutan Ketua Pelaksana	iii
Sambutan Ketua STTNAS	iv
Daftar Isi	v

ELEKTRO

Pengaruh Interkoneksi Distributed Generation Dalam Sistem Tenaga Listrik terhadap Profil Tegangan	
Elias K. Bawan, dkk.	1
Sistem Penilaian Sertifikasi Dosen Berbasis WEB	
Sri Kusumastuti, dkk.	7
Implementasi Metode Heuristik pada Perancangan Sistem Informasi Peta Pariwisata Kota Kendari	
Laode Muhamad Tajidun, dkk.	10
Penerapan Basisdata Fuzzy Model Tahani untuk Pemilihan Ponsel Cerdas	
Cindy P. C. Munaiseche, dkk.	16
Implementasi Robot Tank Menggunakan Kamera CCTV Wirelles Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535L	
Muhammad Yusvin Mustar, Rif'an Tsaqif As Sadad dan Iswanto	24
Implementasi Mikrokontroler untuk Pengendalian Lampu dengan SMS	
Anna Nur Nazilah Chamim, Iswanto	30
Implementasi AT89551 sebagai Pengaman Sepeda Motor	
Nia Maharani Raharja, Iswanto	35
Evaluasi Kinerja Algoritma Penjadwalan Lintas Lapisan pada Jaringan Selular OFDM Gelombang Milimeter dengan Kanal Hujan	
Mas Nurul Hamidah, Gamantyo H, Endroyono	41
Three Phase Load Flow Algorith Based on Positive Sequence for Unbalanced Power System	
Sugiarto, Sasangko Tramoto Hadi, Tumiran	48
Analisis Unjuk Kerja Harmonik di Instalasi Listrik Industry dan Upaya Penanggulangannya	
Janny F. Abidin, Dulhadi	53
Pengembangan pada Segmentasi Kata Tulisan Tangan yang Menggunakan Tapis Gaussian 1D	
Linggo Sumarno	62
Sistem Pemantauan Keamanan Rumah Menggunakan Aplikasi Video Call pada Jaringan GSM 3G	
Yohanis Manggau, Damar Widjaja	68
Pemantau Perjalanan Kereta Api Menggunakan Sistem Komunikasi Radio dengan Frekuensi 2,4 GHz	
Tatang Ony Prasetyawan, Damar Widjaja	74
Sinkronisasi Jam Digital Nirkabel	
Nugroho Budi Wicaksono, Martanto	80
Analisis Pengaruh UPFC pada Aliran Daya dengan Batas Kemampuan Perangkat dan Saluran Transmisi	
Petrus Setyo Prabowo	87
Aplikasi Kontrol PID pada Pemodelan Heater dengan Dua Variabel Input - Dua Variabel Output	
Pradu Mas Wibowo, Bernadeta Wuri Harini	94

Harianto	213
Pengaruh Komposisi Paduan Al-Si Terhadap Kerentanan <i>Hot Tearing</i>	
Akhyar, Suyitno	221
Pengaruh Peningkatan Kandungan Silikon Terhadap Cacat <i>Hot Tearing</i> Pada Cetakan CRCM Vertikal	
Bahtiar, Suyitno	227
Solidifikasi Limbah Kromium dalam Glasir Keramik	
Lusia Permata Sari Hartanti	232

GEOLOGI

Resiko Geologi dan Sumberdaya Hidrokarbon Formasi Kujung Lapangan BTW Cekungan Jawa Timur Utara	
Bambang Triwibowo	235
Kajian Vulkanik Tepra Gunung Muria di Sekitar Tapak PLTN Ujung Lemah ABang (ULA) Jepara	
Basuki Wibowo, Heni Susiati, June Meliawati	247
Karakteristik Endapan Emas Orogenik sebagai Sumber Emas Placer di Daerah Wumbubangka, Bombana, Sulawesi Tenggara	
Fadlin	255
<i>General Geological Characteristics of Geothermal Fields in Volcanic Areas of Java Island</i>	
Th. Listyani Retno Astuti	262
Analisis Kunantitaif sebagai Parameter Penentuan Spesies pada Turritellidae di Jawa	
Hita Pandita	268
Karakterisasi Fraktal Seismisitas Sebelum Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006	
Djoko Wintolo	278
Geology and Ore Mineralization of Epithermal Quartz Vein Type in Tugurejo and Senepo Area, Slahung District, Ponorogo Regency, East Java	
Esti Handayani, Arifudin Idrus, I Wayan Warmada	283
Karakteristik Gerak Sesar Opak dan Dampaknya terhadap Bangunan di Imogiri Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	
Sukartono	289
Analisis Posisi Dan Bentuk Cebakan Mineral Mangan Dengan Metoda Polarisasi Terinduksi Di Desa Fatulotu Kecamatan Lasiolat Kabupaten Belu NTT	
Purwanto	297
Pola Aliran Air Bawah Tanah Di Daerah Karst Gunungkidul Berdasarkan Kedalaman Airtanah Dangkal	
Winarti, Reza Bikwanto, Handoko, Rheza Firmansyah, Rori Hidayat	304
Percabangan Sungai dan Kerapatan Sungai Sebagai Respon Tektonik Pegunungan Kulon Progo Yogyakarta	
Ev. Budiadi	310
Kajian Geologi Gunung Api Terhadap Inisiasi Gunung Api Purba Genuk, Jepara, Jawa Tengah	
Hill. Gendoet Hartono, Basuki Wibowo, Imam Hamzah, Hadi Suntoko	317
Analisis Kimia Abu Vulkanik Gunung Merapi Dan Dampaknya Bagi Kesehatan Lingkungan	
Dwi Indah Purnamawati	326
Studi Mineralisasi Bijih Mangan (Mn) Daerah Kasihan Dan Sekitarnya Kecamatan Tegalombo Kabupaten Pacitan Propinsi Jawa Timur	
Miftahussalam dan Hakim	332
Kajian bahaya Geoteknik Pada tapak PLTN Kramatwatu-Bojonegara	
Bansyah Kironi, Basuki Wibowo, Imam Hamzah, Yarianto SBS	338
Program Inversi Non Linier Dengan Pendekatan Linier Anomali Gravitasi Untuk Kasus Bola Dan Silinder Horisontal	
Agus Santoso, Ari Setiawan	344

POLA ALIRAN AIR TANAH DI DAERAH KARST WONOSARI BERDASARKAN DATA KEDALAMAN SUMUR

Oleh :

Winarti¹⁾, Reza Bikwanto²⁾, Handoko³⁾, Rheza Firmansyah⁴⁾, Rori Hidayat⁵⁾

¹⁾ Staf Pengajar Prodi Teknik Geologi STTNAS Yogyakarta, Jl. Babarsari, Depok, Sleman,

E-mail : winyayadida@yahoo.com, Tlp.: 081328533330

^{2),3),4),5)} Mahasiswa Jurusan Teknik Geologi, STTNAS Yogyakarta

ABSTRAK

Secara fisiografi daerah Wonosari menempati fisiografi Pegunungan Selatan dengan litologi penyusun berupa batugamping dan membentuk morfologi karst yang luas. Salah satu potensi yang ada di daerah karst adalah air bawah tanah yang tersimpan dalam bentukan morfologi karst tersebut, sehingga batugamping akan berfungsi sebagai akuifer. Sifat batugamping yang mudah mengalami pelarutan, agak menyulitkan untuk mengetahui pola aliran air bawah tanah yang terkandung di dalamnya. Batugamping mempunyai sistem akuifer retakan, celahan atau gua. Hal ini mengakibatkan penduduk sekitar sering mengalami kesulitan air, terutama pada musim kemarau. Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola aliran air bawah tanah yang ada di kawasan karst yang ada di Wonosari. Metode yang digunakan dalam upaya mencapai tujuan tersebut adalah dengan menggunakan studi lapangan yaitu dengan mengukur kedalaman muka air tanah dangkal (sumur) dan tentunya dibantu dengan data sekunder. Berdasarkan hasil pengukuran kedalaman sumur di 12 lokasi yang tersebar di daerah penelitian, diperoleh kedalaman sumur yang bervariasi. Hasil akhir diketahui bahwa kedalaman muka airtanah yang cenderung dalam berada di bagian darat daya (>29 m) yaitu sekitar daerah Wareg, Duwet dan Siraman. Sedangkan muka airtanah dangkal (<15 m) berada di bagian timur, utara dan barat laut (daerah Piyaman, Wiladeg dan Puludan). Pola aliran air di daerah penelitian ada yang memancar atau mengalir dari topografi tinggi menuju ke rendah seperti di Piyaman yang mengalir ke arah Wiladeg. Sedangkan aliran air yang mengalir dari topografi rendah menuju ke tinggi terlihat di daerah Warek yang mengarah ke daerah Pulutan. Aliran air dari daerah Semanu bergerak menuju ke Selang, Wiladeg. Aliran air dari Wonosari menuju ke arah Pulutan ataupun ke arah Selang. Daerah Semanu yang mempunyai elevasi tinggi, memiliki pola aliran mengarah ke daerah Selang yang memiliki elevasi lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa aliran air bawah tanah di daerah penelitian dimungkinkan dipengaruhi oleh proses rekahan atau pelarutan pada batugamping sebagai akuifernya. Pada daerah penelitian yang dianggap mudah untuk mendapatkan air ada di daerah Selang, Wiladeg dan Pulutan.

Kata Kunci : karst, air tanah dangkal, pola aliran

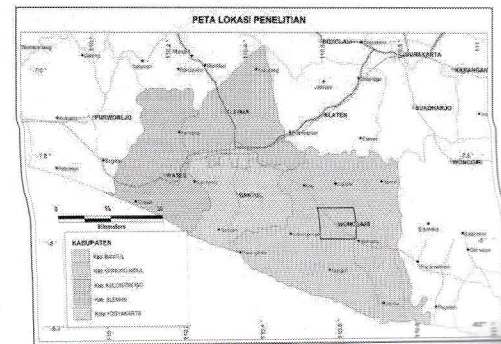
PENDAHULUAN

Sebagian besar wilayah di Kabupaten Gunungkidul dikenal sebagai kawasan yang tandus atau sulit air terutama di musim kemarau. Anggapan ini sebagai akibat kondisi geomorfologi sebagian besar wilayah Kabupaten Gunungkidul yang dicirikan oleh bukit-bukit berbatuan gamping yang dikenal sebagai daerah karst. Ford dan Williams (1992) mengistilahkan karst sebagai medan dengan karakteristik hidrologi dan bentuklahan yang diakibatkan oleh kombinasi dari batuan yang mudah larut (*soluble rock*) dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang baik. Sebagai akibatnya, kawasan karst dicirikan dengan minimnya sungai permukaan dan

berkembangnya jalur-jalur sungai bawah permukaan.

Akibat porositas sekunder tersebut, maka pola aliran air bawah tanah di daerah karst akan mempunyai karakter yang berbeda dibandingkan pola aliran pada daerah yang mempunyai porositas primer. Untuk mengetahui bagaimana sebenarnya pola aliran di daerah karst khususnya di daerah karst Wonosari, maka perlu dilakukan

kajian lebih lanjut. Dalam kajian ini untuk mengetahui pola aliran tersebut, maka didekati dengan kajian pengukuran kedalaman muka air tanah dangkal di sumur penduduk. Lokasi daerah penelitian berada di sebagian Kabupaten Gunungkidul terutama pada daerah Wonosari yang mempunyai bentukan morfologi karst (Gambar 1)



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian

MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari kajian ini adalah untuk mengetahui gambaran arah aliran air bawah tanah yang ada di daerah karst terutama yang ada di wilayah Wonosari. Sedangkan tujuannya adalah untuk bisa memberikan solusi yang tepat permasalahan air bagi penduduk yang mendiami daerah karst.

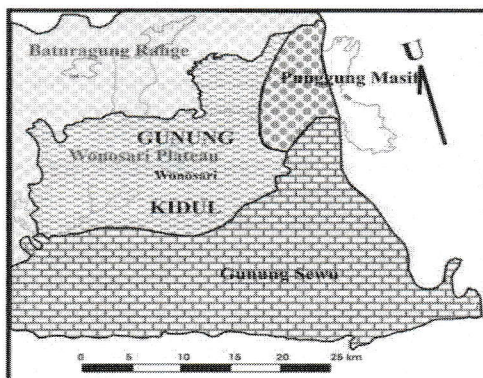
METODE

Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah dengan mengumpulkan data primer berupa pengamatan geologi permukaan (pengamatan geomorfologi, litologi dan mengukur kedalaman muka airtanah). Selain itu dibantu dengan data-data sekunder antar lain data pengukuran geolistrik.

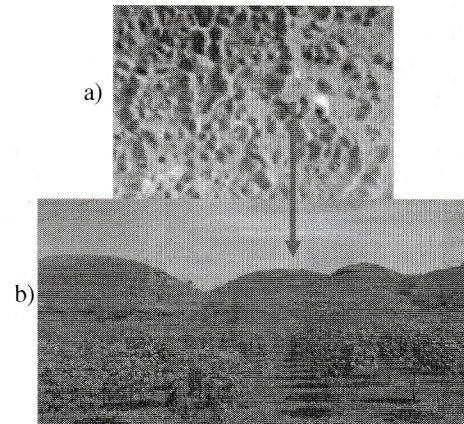
GEOLOGI UMUM

Wilayah Gunungkidul secara fisiografi terbagi menjadi 4 satuan fisiografi yaitu Pegunungan Baturagung, Pegunungan Panggung Masif, Satuan Plato Wonosari dan Satuan Gunung Sewu (Mac Donald & Partners, 1984), (Gambar 2). Berdasarkan pembagian fisiografi tersebut, daerah kajian menempati satuan Fisiografi Gunung Sewu. Fisiografi ini secara umum tersusun oleh batugamping terumbu dari Formasi Wonosari dan mempunyai morfologi berupa bukit-bukit karst.

Kenampakan morfologi karst dari Foto Udara dan lapangan seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Pembagian Fisiografi Kabupaten Gunungkidul (Mac Donald & Partners, 1984)



Gambar 3. Kenampakan karst dari Foto Udara (a) dan lapangan (b)

Karst di daerah Gunungkidul dicirikan dengan berkembangnya kubah karst (*kegelkarst*), yaitu bentukan positif yang tumpul, tidak terjal atau sering diistilahkan kubah *sinusoidal*. *Kegelkarst* (Sweeting, 1972 vide Adji & Nurjani, 1999) dikategorikan sebagai bagian dari tipe karst tropis.

Stratigrafi Pegunungan Selatan khususnya Jawa Tengah-Daerah Istimewa Yogyakarta tersusun oleh beberapa formasi, dari tua ke muda tercantum pada Tabel 1.

DASAR TEORI

Seperti yang sudah didefinisikan oleh Ford dan Williams (1992), maka secara umum karst mempunyai ciri :

1. Terdapatnya cekungan tertutup dan atau lembah kering dalam berbagai ukuran dan bentuk.
2. Langkanya atau tidak terdapatnya drainase/sungai permukaan.
3. Terdapatnya gua dari sistem drainase bawah tanah.

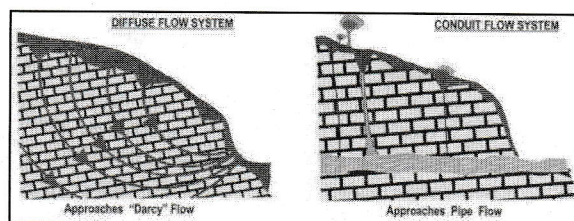
Selanjutnya dikatakan bahwa secara umum komponen aliran karst dibedakan menjadi 2 tipe yaitu : aliran *conduit* dan aliran *diffuse* (Gambar 4).

Aliran *diffuse* mengisi sungai bawah tanah secara seragam dan perlahan-lahan melalui retakan-retakan yang berukuran 10^{-3} - 10 mm (Bonacci, 1990) sebagai aliran infiltrasi dari zone simpanannya di permukaan bukit karst. Sebagai ilustrasi aliran tipe ini menetes atau merembes pada ornamen gua. Kemudian untuk aliran *conduit* bergerak dengan cepat dari permukaan menuju sungai bawah tanah melalui lorong-lorong yang besar berukuran 10^2 - 10^4 mm atau lebih, atau sering disebut sebagai saluran terbuka. Akibatnya, jika ada masukan aliran

yang besar melalui pelorongan ini, maka air di sungai bawah tanah akan cepat naik dan semua pencemar dapat ikut masuk ke dalamnya.

Tabel 1. Tatanan Stratigrafi Regional Daerah Pegunungan Selatan, dari beberapa peneliti (Hendratno, 1999, vide Winarti, 2005)

WAKTU			WONOSARI SUYOTO 1992	COMPOSITE STRATIGRAFI YOGYAKARTA-SURAKARTA (UGM, 1994) WARTONO DKK, 1977 SURONO DKK, 1992 (DENGAN PERUBAHAN)	
ZAMAN	KALA	KLAS HURUF ZONASI BLOW 1964			
TERSIER	EUSEN	Tengah	Ta	P14	
		Atas	Tb	P15, P16	
		Atas	Tc	P17	
	OLIGO	Bawah	Tc-d	N3, P22, N2, P21	F. KEBO-BUTAK
			Tel-sd	N4, N5	F. KEBO-BUTAK
		Miosen	Bawah	N8	F. SEMILIR
			Tengah	Ti1, Ti2, Ti3	F. OYO, F. SAMPITLO, F. SAMPIT, F. WUNI, F. JATEN, F. BESOLE
			Atas	Tr	F. KEPEK
	Pliosen	Bawah	Tb	N18, N17, N16, N15, N14	F. KEPEK
			Tc	N13, N12, N11, N10	F. KEPEK
		Kuartar	Td	N21, N22, N23	F. KEPEK
			Td	N21, N22, N23	F. KEPEK
			Td	N21, N22, N23	F. KEPEK
			Td	N21, N22, N23	F. KEPEK
			Td	N21, N22, N23	F. KEPEK
	Td	N21, N22, N23	F. KEPEK		
	Td	N21, N22, N23	F. KEPEK		



Gambar 4. Aliran *Difuse* dan *conduit* di akuifer karst (White, 1988)

Aliran air tanah akan dimulai pada daerah resapan air tanah (*recharge zone*). Daerah ini adalah wilayah dimana air yang berada di permukaan tanah baik air hujan ataupun air permukaan mengalami proses penyusupan (*infiltrasi*) secara gravitasi melalui lubang pori tanah/batuan atau celah/rekahan pada tanah/batuan.

Proses infiltrasi ini akan berakumulasi pada satu titik dimana air tersebut menemui suatu

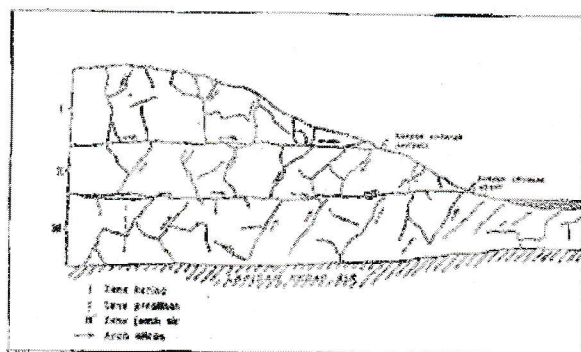
lapisan atau struktur batuan yang bersifat kedap air (*impermeabel*). Titik akumulasi ini akan membentuk suatu zona jenuh air (*saturated zone*) yang seringkali disebut sebagai daerah luahan air tanah (*discharge zone*). Perbedaan kondisi fisik secara alami akan mengakibatkan air dalam zonasi ini akan bergerak/mengalir baik secara gravitasi, perbedaan tekanan, kontrol struktur batuan dan parameter lainnya. Kondisi inilah yang disebut sebagai aliran airtanah. Daerah aliran airtanah ini selanjutnya disebut sebagai daerah aliran (*flow zone*).

Dalam nilai strategisnya pada keberadaan air, kawasan karst sangatlah unik. Dikatakan unik karena kondisi air tanah pada batuan karst sangat rumit dan khas, tidak bisa disamakan dengan kondisi air tanah pada batuan antar butir atau celahan. Di antara keunikan tersebut antara lain :

1. Pada suatu kawasan karst, batu gamping umumnya bertindak sebagai akuifer utama yang dialasi oleh batuan kedap air, sehingga semua *hydrolic event* seperti imbuhan, keluaran, dan aliran air tanah akan berlangsung pada batugamping karst tersebut.
2. Air di kawasan karst bergerak melalui sistem retakan, celahan, gua, sedangkan di kawasan bukan karst gerakan air tanah mengalir melalui pori antar butir atau celahan dengan jumlah sangat kecil.
3. Airtanah pada kawasan karst akan membentuk aliran melalui saluran, medianya akan bersifat heterogen. Aliran air tanah akan bergerak lebih cenderung bersifat turbulen atau berputar. Dengan demikian air yang mengalir melalui lorong-lorong gua dapat dianggap sebagai akuifer utama yang berbentuk sungai bawah tanah sedangkan yang mengalir melalui celah atau retakan batuan sebagai cabangnya.
4. Sebagian kecil airtanah mengalir melalui ruang antar butir atau retakan sempit dikenal sebagai air perkolasi. Air perkolasi merupakan aliran difusi yang mengalir lambat dan bertindak sebagai cadangan untuk mengimbuhi pada air tanah yang ada pada akuifer utama terutama pada musim kemarau. Air perkolasi di kawasan karst bergerak dengan kecepatan beragam tergantung dan derajat karstifikasi dan jaringan sistem percelahan yang sudah terjadi. Jaringan ini bisa terbentuk dalam daerah yang cukup luas.

5. Pada saat musim penghujan kawasan karst mendapat imbuhan air yang mengalir melalui saluran. Tampungannya air ini dikenal sebagai akuifer epikarstik. Akuifer epikarstik menampung air hujan yang masuk melalui saluran, sehingga pada saat terjadi hujan lebat terjadi banjir. Jika akuifer ini tidak bisa menampung lagi air, maka akan terjadi arus balik yang menyebabkan terjadinya aliran turbulen. Aliran ini sangat penting di dalam proses pembentukan karst, karena aliran turbulen tersebut akan melarutkan batuan dan memperbesar lubang retakan batuan. Akibatnya kemampuan akuifer epikarstik dalam menampung dan mengalirkan air hujan menjadi semakin lebih besar. Pada musim kemarau, akuifer epikarstik mengalirkan airtanah secara perkolasi ke dalam saluran utama. Pada musim kemarau panjang secara berangsur akuifer ini menghilang (menjadi kering). Terbentuknya kembali akuifer memerlukan waktu yang lama dan tidak cukup dengan hujan lebat yang jatuh seketika akan tetapi memerlukan waktu berbulan-bulan.
6. Di bagian dalam karst terdapat akuifer yang disusun oleh jaringan celah, retakan, dan gua yang saling berhubungan. Akuifer ini membentuk subsistem tersendiri yang memiliki kecepatan aliran lambat atau cepat tergantung porositas sekunder yang ada. Keberadaan subsistem ini penting untuk menentukan sifat dan pola aliran air tanah, selain menjadi faktor penentu sistem hidrolika karst yang heterogen.

Mengacu pada Cuijic, 1918 (vide Adji & Nurjani, 1999) dalam batugamping karst terdapat 3 zona hidrologi (Gambar 5), yaitu zona kering yang didominasi oleh aliran secara vertikal. Zona peralihan dengan aliran secara vertikal relatif masih dominan dan setempat ditandai pemunculan mata air periodik, serta zona jenuh air yang didominasi oleh aliran horizontal yang mengalir ke arah daerah lubah.



Gambar 5. Zona hidrologi pada sistem akuifer karst (Cuijic, 1918 vide Adji & Nurjani, 1999)

HASIL DAN INTERPRETASI

Berdasarkan hasil kajian lapangan maka diperoleh data kedalaman muka air tanah di 12 tempat yang tersebar di wilayah daerah penelitian (Tabel 2).

Tabel 2. Data kedalaman muka muka airtanah di daerah penelitian

No	LOKASI		Elevasi (m)	M.A.T (m)	Tinggi bibir sumur (m)	Selisih Kedalaman (m)
	DUSUN/DESA	KECAMATAN				
1	Wareng	Wonosari	162	34,200	1.2	33
2	Siraman	Wonosari	185	19,580	0.8	18.8
3	Pulutan	Wonosari	192	11,800	1	10.8
4	Wiladeg 1	Karangmoyo	175	16,000	1.5	14.5
5	Piyaman	Wonosari	200	19,450	1.8	17.7
6	Duwet	Wonosari	172	15,170	1	14.2
7	Baleharjo	Wonosari	180	18,720	1.2	17.5
8	Wiladeg 2	Semanu	164	18,670	0.9	17.5
9	Wonosari	Wonosari	135	18,750	1.3	17.5
10	Selang	Wonosari	165	14,750	1.5	13.3
11	Pulutan 1	Wonosari	145	11,800	1	10.8
12	Semanu	Wonosari	168	25,650	1.5	24.2

Data sekunder dari hasil pengukuran geolistrik di Desa Karangrejek (3 titik) (CV. Geokarya, 2002) diperoleh hasil berupa variasi batuan yang berupa :

1. Lapisan penutup (soil), terdiri dari pasir lepas, lempung, lanau, kerikil.
2. Satuan napal, merupakan campuran lempung dan karbonat, sangat impermeable dan sangat tidak poros.
3. Satuan napal pasiran, batuan dominan napal yang bercampur dengan pasir, tetapi dominan napal.
4. Satuan pasir napalan, batuan campuran pasir napal tapi dominan pasir, agak permeabel dan agak poros.
5. Satuan pasir gampingan, batuan pasir gampingan, sangat poros dan permeable, sangat baik sebagai akuifer.
6. Satuan pasir dengan fragmen gamping, terdiri dari pasir gampingan yang banyak mengandung fragmen gamping dengan ukuran 2 – 10 cm.
7. Satuan batugamping, terdiri dari batugamping berlapis, kalkarenit.

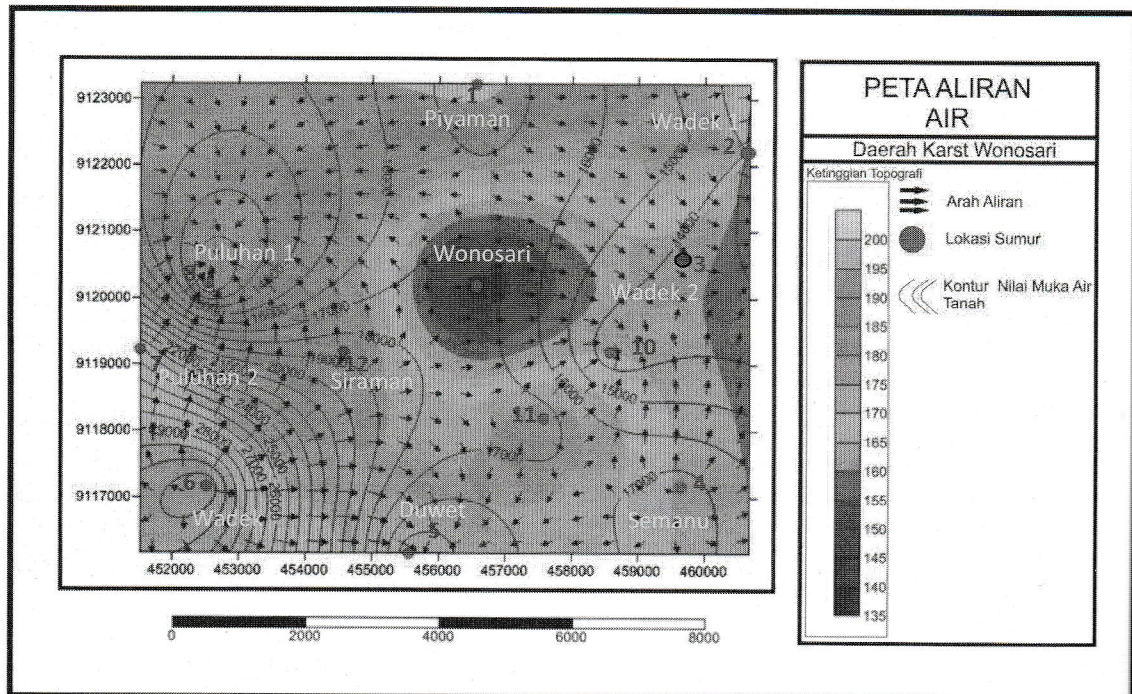
8. Satuan batugamping massif, terdiri dari batugamping masif, yang merupakan reef atau terumbu karang.

Data-data di atas diproses (Map Info dan Surfer), untuk mengetahui gambaran pola aliran air bawah tanah, tentunya juga dikompilasi dengan topografi daerah setempat. Hasil akhir pengolahan data tersaji pada Gambar 5. Sedangkan yang bertindak sebagai lapisan akuifer di daerah kajian adalah napal pasiran dan pasir napalan (berdasarkan data pengukuran geolistrik).

Hasil akhir peta aliran airtanah, dapat diketahui bahwa kedalaman muka airtanah cenderung dalam berada di bagian darat daya yaitu sekitar daerah Wareg, Duwet dan Siraman. Kedalaman mukaair tanah di daerah tersebut mencapai >29 m. Sedangkan daerah yang mempunyai kedalaman airtanah paling dangkal

ada di bagian timur, utara dan barat laut (daerah Piyaman, Wiladek dan Puludan) dengan kedalaman <15 m.

Beda elevasi antara daerah terendah dengan tertinggi di daerah kajian tidak terlalu menyolok yaitu hanya sekitar 70 m. Daerah dengan elevasi rendah dicirikan oleh warna biru tua, sedangkan warna biru muda sampai hijau mencirikan topografi semakin tinggi. Kompilasi antara kedalaman muka airtanah dengan elevasi, menunjukkan adanya pola aliran airtanah. Secara umum dapat terbaca bahwa pola aliran berasal dari bagian barat daya (Wareg), bagian utara (Piyaman), bagian tengah (Wonosari) dan dari bagian tenggara (Semanu). Air terlihat memancar ke segala arah. Apabila dilihat dari ketinggian, arah pancaran air tersebut terlihat bahwa tidak selalu berasal dari topografi yang tinggi.



Gambar 5. Kompilasi kedalaman sumur dengan topografi untuk mengetahui pola aliran airtanah

Seperti pada daerah Wonosari, Semanu dan Wareg yang secara umum topografinya rendah (<170 m), justru menjadi pusat pancaran air. Artinya pada daerah-daerah tersebut air bawah tanah memancar atau mengalir menuju daerah sekitarnya yang justru mempunyai topografi lebih tinggi. Aliran air dari Wareg bergerak menuju daerah Pulutan, sehingga disekitar daerah Pulutan relatif dangkal mukaairtanahnya. Aliran air dari daerah Semanu bergerak menuju ke arah barat (daerah Selang,

Wiladek) sehingga di daerah ini juga relatif dangkal muka airtanahnya.

Akan tetapi tidak semua aliran airtanah di daerah tersebut seperti yang diuraikan di atas. Pola aliran air yang mengalir dari topografi tinggi menuju ke topografi rendah juga dapat dijumpai di daerah penelitian. Hal ini terlihat di daerah sekitar Piyaman. Pada daerah ini air cenderung mengalir dari tinggian menuju ke topografi yang relatif lebih rendah yaitu daerah Wiladek.

Akibatnya di daerah Piyaman mempunyai kedalaman airtanah yang relatif lebih dalam dibandingkan daerah Wiladeg.

Mendasarkan pada uraian di atas, maka dapat dikatakan bahwa pola aliran air di daerah penelitian tidak selalu berasal dari tinggian menuju daerah yang lebih rendah. Daerah karst khususnya Wonosari arah aliran air tidak tergantung pada topografi permukaan, artinya pada daerah rendah tidak selalu akan mudah untuk mendapatkan air, contohnya Desa Wareng, Wonosari ataupun Semanu. Begitu pula sebaliknya di daerah Pulutan yang merupakan daerah tinggian lebih mudah untuk mendapatkan air. Hal ini, dimungkinkan karena sistem akuifer yang ada di daerah penelitian memiliki sistem rekahan dan pelarutan. Aliran air di dalam sistem akuifer pada daerah karst tersimpan dan bergerak dalam sistem celahan yang menyebar dengan cara dan kedalaman yang berbeda-beda tergantung pada pola rekahan.

KESIMPULAN

1. Kedalaman muka airtanah di daerah penelitian bervariasi. Pada bagian darat daya cenderung muka airtanahnya (>29 m) yaitu sekitar daerah Wareng, Duwet dan Siraman. Sedangkan muka airtanah dangkal (<15 m) bagian timur, utara dan barat laut (daerah Piyaman, Wiladeg dan Pulutan).
2. Pola aliran air di daerah penelitian ada yang memancar atau mengalir dari topografi tinggi menuju ke rendah seperti di Piyaman yang mengalir ke arah Wiladeg. Sedangkan aliran air yang mengalir dari topografi rendah menuju ke tinggi terlihat di daerah Wareng yang mengarah ke daerah Pulutan. Aliran air dari daerah Semanu bergerak menuju ke Selang, Wiladeg. Aliran air dari Wonosari menuju ke arah Pulutan ataupun ke arah Selang.
3. Daerah Semanu yang mempunyai elevasi tinggi, memiliki pola aliran mengarah ke daerah Selang yang memiliki elevasi lebih rendah.
4. Pola aliran tersebut dapat dipengaruhi oleh rekahan pada batugamping sebagai akuifernya, sehingga perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai pola rekahan yang ada di daerah penelitian.
5. Daerah yang dianggap mudah untuk mendapatkan air ada di daerah Selang, Wiladeg dan Pulutan.

DAFTAR PUSTAKA

Adji, T.N., Nurjani, E., 1999, *Optimasi Airtanah Karst Sebagai Pemasok Air Domestik Pada Kawasan Kritis Air di Gunung Kidul*, Laporan Penelitian MAK 5250, LP UGM, Yogyakarta.

Bikwanto, R., Handoko, Firmansyah, R., Hidayat, R., 2011, *Studi Akuifer Air Tanah di Daerah Karst Wonosari*, Laporan PKM-P.

CV.Geokarya, 2002, *Laporan Pekerjaan Pemboran Sumur Produksi di kabupaten Sleman, Gunungkidul dan Kulon Progo*

Ford, D. and Williams, P. 1992. *Karst Geomorphology and Hydrology*, Chapman and Hall, London.

Fakultas Kehutanan, 1993, *Penyusunan Arah Konservasi Tanah dan Air di Daerah Tangkapan Air Gua Bribin Kabupaten Gunung Kidul DIY. Kerjasama antara Dinas Kehutanan DIY – Fakultas Kehutanan UGM Yogyakarta.*

Mac Donald and Partners, 1984, *Cave Survey, Greater Yogyakarta Groundwater Resources Study*, Vol 3C, 72p, Indonesia

White, W.B., 1988. *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrain*. Oxford University Press, New York.

Winarti, 2005, *Studi Ketebalan Tanah Dengan Metode Geolistrik Hubungannya Dengan Kesuburan Tanah di Daerah Genjahan Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta*, Tesis.