

**KAJIAN SPASIAL KUALITAS AIRTANAH BEBAS BERDASARKAN  
KEDALAMAN MUKA AIRTANAH: STUDI KASUS DI DATARAN ALUVIAL  
DAS PEMALI KABUPATEN BREBES**

*(Spatial Study of the Quality of Free Groundwater Based on the Surface Depth of  
Groundwater at an Alluvial Land: A Case Study of Pemali River Basin of Brebes  
Regency of Central Java)*

**Siti Sundari Miswadi**

Pusat Penelitian Kependudukan dan Lingkungan Hidup

Lembaga Penelitian Universitas Negeri Semarang

Sundari\_pr@yahoo.com

Diterima: 30 April 2009

Disetujui: 29 Mei 2009

**Abstrak**

Sebagian besar dataran aluvial DAS Pemali Kabupaten Brebes adalah sentra produksi pertanian bawang merah, kedelai, ubi kayu, dan cabai. Selain itu, daerah ini terkenal pula dengan usaha peternakan itik yang menghasilkan telur, dan berkembang pesat. Kegiatan pertanian dan usaha peternakan itik banyak dijumpai di lingkungan permukiman, padahal kegiatan tersebut menggunakan pupuk dan pestisida serta menghasilkan kotoran ternak yang tentunya akan mencemari sumur-sumur penduduk. Oleh karena layanan air bersih oleh PDAM belum menjangkau semua wilayah DAS Pemali, terutama di permukiman DAS Pemali, maka untuk keperluan masak, minum, mandi, cuci dan keperluan lainnya, penduduk membuat sumur gali dengan kedalaman yang bervariasi, dan tanpa memperhatikan syarat-syarat kesehatan dan syarat pembuatan sumur gali yang benar. Tujuan penelitian adalah memetakan kualitas airtanah bebas berdasarkan kedalaman muka airtanah di dataran aluvial DAS Pemali. Metode yang digunakan adalah menganalisis kualitas airtanah bebas secara laboratoris, dan hasilnya diplotkan pada peta kedalaman muka airtanah yang dibagi menjadi 11 kelas. Hasil penelitian menunjukkan, terdapat 10 parameter kualitas air yang kadarnya melebihi Nilai Ambang Batas (NAB), yaitu TDS, DHL, alkalinitas, COD, BOD, Total Coliform, Coliform Tinja, pH, karbamat, dan organoklorin, sedangkan parameter-parameter  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , fosfat, dan kekeruhan umumnya mempunyai kadar di bawah NAB. Dilihat dari beberapa titik sampel yang jumlah parameternya mempunyai kadar melebihi NAB, maka kedalaman muka airtanah 0,37–3,98 meter mempunyai delapan parameter yang melebihi NAB, kemudian kedalaman 0,10–0,36 meter dengan lima parameter, dan kedalaman 3,99–8,50 meter dengan empat parameter yang melebihi NAB. Berdasarkan jumlah parameter setiap titik sampel, maka pada kedalaman MAT 0,37–1,27 meter terdapat tujuh titik sampel yang masing-masing sampel mempunyai lima parameter kualitas air yang kadarnya melebihi NAB. Kedalaman MAT yang menunjukkan kualitas air cukup baik sesuai analisis adalah pada kedalaman di atas 8,51 meter, dan antara 5,80-6,70 meter.

Kata kunci : pemetaan, airtanah bebas, kedalaman muka airtanah, dataran aluvial

**Abstract**

*Most of the alluvial areas of Pemali River Basin (DAS) in Brebes district are onion, soybean, cassava, and chili farm production centre. Besides, the area is also known for duck husbandry producing eggs, and it is developed fast. The agriculture and husbandry are mostly met in the residential area, whereas the activities use fertilizer and pesticides and also produce cattle waste which, of*

course, will contaminate people's wells. Since the clean water service of the Municipal Waterworks (PDAM) has not reach all of the Pemali River Basin (DAS), especially in alluvial residential area. so for cooking, drinking, bathing, washing and other needs, the people make well with various depth, without concerning the right well making and health requirements. The purpose of the research is to map the quality of free ground water based on the depth of water ground surface in the Pemali DAS alluvial area. The method used is analyzing the quality of the free ground water laboratorically, and the result is plotted to 30 sample points in the map of groundwater surface depth divided into 11 classes. The result of the research shows that there are 10 parameters of water quality which content over the Limit Edge Value (NAB), they are, TDS, DHL, Organochlorine, Carbumat, Alkalinity, COD, BOD, Coliform Total, waste Coliform, and pH, whether the  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $SO_4^-$ ,  $Ca^{2+}$ , phosphate, and muddiness parameter generally have content below NAB in all depth. Seen from some of the sample points which parameter amount has content over the NAB, the 0.37-3.98 meters ground water surface depth has eight parameters which over the NAB, then 0.10-0.36 meter depth with five parameters, and 3.99-8.50 meters with four parameters which over the NAB. Based on the parameter amount of each sample point, so in 0.37-1.27 meters MAT depth there are seven sample points where each sample has five water qualities which content over the NAB. The MAT depth showing good water quality according to the analysis is in the depth above 8.51 meters, and between 5.80-6.70 meters.

Keywords: mapping, free groundwater, groundwater surface depth, alluvial area

## PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Pemali terletak di Kabupaten Brebes dan Kabupaten Tegal dengan luas DAS 1267 Km<sup>2</sup> dan panjang total Kali Pemali 126 Km. Kali Pemali berhulu di Gunung Telagaboga dengan melewati beberapa kecamatan di Kabupaten Brebes, dan bermuara di Laut Jawa. DAS Pemali terletak antara 07°20' LS-08°50' LS dan antara 108°40' BT – 109°10' BT (Anonimous a, 1995).

Menurut Bappedal Provinsi Jawa Tengah dan Fakultas Geografi UGM dalam "*Laporan Akhir: Penyusunan*

*Rencana Induk Pengelolaan Lingkungan Hidup SWS Pemali Comal*" (2002), serta dari Direktorat Rehabilitasi dan Konservasi Tanah Departemen Kehutanan (Anonimous a, 1995), dinyatakan DAS Pemali yang merupakan wilayah Kelompok Gunungapi Muda Slamet, mempunyai bentukan gunungapi relatif lebih nyata yang meliputi kerucut gunungapi, lereng atas, lereng tengah, dan lereng bawah. Salah satu bentuk lahan di DAS Pemali adalah dataran aluvial. Adapun lokasi satuan bentuk lahan yang mempunyai karakteristik fisik hampir sama

dengan dataran aluvial adalah dataran banjir, dataran fluviomarin, dan dataran aluvial pantai.

Sebagian besar Dataran Aluvial DAS Pemali Kabupaten Brebes adalah sentra produksi pertanian tanaman bawang merah, kedelai, ubi kayu, dan cabai (Anonimous b, 1998) dengan rata-rata produksi Bawang merah pada tahun 1998 sebesar 87,7 – 105,0 Kw /Ha ) (Miswadi, 2005). Selain produksi pertanian, daerah ini terkenal pula dengan usaha peternakan itik yang menghasilkan telur dan berkembang pesat. Penanaman bawang merah, cabai, kedelai, dan ubi kayu, serta usaha ternak itik, selain ditanam dan digembalakan di lahan pertanian, juga banyak dijumpai di lingkungan permukiman penduduk. Dengan kondisi pertanian dan usaha ternak itik yang menjanjikan ini, penggunaan pupuk dan pestisida serta jumlah kotoran ternak akan semakin meningkat pula.

Demikian pula, sebagian dataran aluvial berada di daerah pesisir, dimungkinkan adanya intrusi air laut ke dalam airtanah, sehingga mempengaruhi kualitas airtanah bebas (air sumur gali), yaitu air terasa payau sampai asin. Oleh karena layanan air bersih dari PDAM

Kabupaten Brebes belum menjangkau semua wilayah di Kabupaten Brebes, terutama di permukiman dataran aluvial, maka pemenuhan kebutuhan air untuk masak, minum, mandi, cuci, dan keperluan lain, penduduk membuat sumur-sumur gali. Pembuatan sumur gali oleh penduduk dibuat dengan kedalaman yang bervariasi, pembuatan sumur dengan bibir sumur terlalu rendah (Gambar A), letak sumur berdekatan dengan *septic-tank* (Gambar B), tidak memperhatikan syarat - syarat pembuatan sumur yang benar, dan umumnya berada di atas lapisan impermeabel (kedap air). Dengan kondisi sumur yang demikian, dikhawatirkan kontaminan-kontaminan yang berasal dari pupuk, pestisida, dan kotoran itik, akan mudah masuk ke dalam sumur melalui aliran airtanah (horizontal), aliran permukaan, maupun infiltrasi (vertikal), sehingga akan mempengaruhi kualitas air tanah. Sudarmadji (1991), menyatakan tingkat kedalaman muka airtanah, akan menentukan kemampuan penurunan kadar bahan pencemar ; semakin dalam permukaan airtanah, semakin efektif penurunan kadar bahan pencemar

Peningkatan pemusatan pemukiman penduduk akan berdampak pada meningkatnya berbagai masalah, antara lain kekurangan suplai air bersih, perubahan fisik-kimia dan problem salinitas, merosotnya kesehatan lingkungan serta dampak negatif yang lain (Custodio, 1987). Konsekuensinya, sejumlah aktivitas seperti dibangunnya pabrik-pabrik industri skala kecil maupun besar, tempat-tempat rekreasi, dan permukiman baru, akan memberi beban lingkungan pada sumber-sumber air, termasuk beban bagi airtanah, yaitu berakibat menurunnya kualitas air.

Steel dan McGhee (1979) menyatakan, airtanah merupakan sumber air yang penting dengan beberapa keuntungan tertentu. Salah satu keuntungan tersebut adalah bahwa airtanah tidak memerlukan perawatan khusus, biayanya lebih murah dari pada air dari reservoir, serta jumlah yang tersedia lebih

dari cukup.

Kompetisi penggunaan sumberdaya air untuk berbagai keperluan sudah seringkali terjadi, apalagi belum sempurnanya koordinasi pengelolaan sumberdaya air untuk kepentingan industri, pertanian, permukiman dan pariwisata, sehingga mengakibatkan pemanfaatan sumberdaya air melebihi daya dukungnya, terutama di daerah perkotaan. Selain itu, dengan terjadinya kerusakan hutan yang semakin parah di hampir seluruh wilayah Indonesia, mengakibatkan jumlah pasokan air tidak lagi seperti yang diharapkan, menambah semakin besar kompetisi penggunaan sumberdaya air untuk berbagai kepentingan tersebut.

Anonimous *g* (2002) menyatakan, penyediaan air bersih untuk Kabupaten Brebes dan Kabupaten Tegal, dikelola oleh sistem penyediaan air bersih wilayah Bregas (Brebes, Tegal, dan Slawi), berasal dari sistem mataair Kaligiri dan Bumijawa, dengan kemampuannya yang masih terbatas, yaitu kapasitas produksi masing-masing sebesar 252 liter/detik dan 50 liter/ detik (Anonimous *g*, 2002). Meskipun minat masyarakat untuk berlangganan air bersih sistem perpipaan cukup tinggi, namun tidak semua potensi cakupan pelayanan tersebut dapat dipenuhi oleh PDAM, mengingat adanya kendala yang dihadapi PDAM, yaitu keterbatasan sumber air, ketersediaan sumber air setempat, biaya investasi dan sumberdaya manusia (Anonimous *g*, 2002).

Konsentrasi klorida, kesadahan dan kalsium yang tinggi di daerah ini, merupakan salah satu penyebab air menjadi payau, terutama di dataran aluvial (daerah hilir). Hubungan kualitas airtanah payau dengan gangguan kesehatan pada penduduk di dataran aluvial pantai, menunjukkan hubungan yang positif, artinya airtanah payau yang banyak mengandung klorida, kesadahan dan kalsium tinggi, akan menyebabkan gangguan kesehatan pada kulit, tenggorokan dan nyeri pada lambung (Santjoko, 1998, dan Miswadi, 2005).



**Gambar A. Bibir sumur terlalu rendah**

Konsentrasi  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan  $\text{HCO}_3^-$  yang tinggi, selain menyebabkan gangguan kesehatan, dapat pula menyebabkan kesadahan dalam air menjadi tinggi, dan berkurangnya daya pembersih pada pakaian. Kesadahan, selain tergantung dari tingginya konsentrasi  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ , dapat pula disebabkan oleh konsentrasi zat padat terlarut (TDS) dalam air. Bila TDS bertambah, maka kesadahan akan naik pula (Sawyer and McCarty, 1978).

Penyebab kualitas air rendah di daerah ini disebabkan oleh kondisi sanitasi yang tidak memadai, seperti masih banyaknya sumber air (sumur gali) yang letaknya dekat ( $< 10$  m) dengan sumber limbah / *septic-tank*, dan pembuatan bibir sumur terlalu rendah, menyebabkan mudahnya kotoran masuk ke dalam sumur. Beberapa penyakit yang diindikasikan penularannya melalui media air, seperti diare, penyakit kulit, penyakit mata, dan ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Atas) di daerah ini dari tahun 1996 –1998 semakin meningkat. Rendahnya kesadaran masyarakat umum akan kesehatan, ditambah dengan penggunaan sumber air tradisional yang belum diolah, menyebabkan air seringkali tercemar oleh patogen yang dibawa manusia (Feachem, 1977; Esrey, et al., 1985 ; Blum, et al., 1987, dan Jiwa, et al., 1981).



**Gambar B. Septic tank berdekatan dengan Sumber air (sumur)**

Hasil penelitian Proyek Irigasi Air Tanah (PIAT) Jawa Tengah tahun 1997 / 1998 (Anonymous *d*, 1997/1998), menyatakan nilai daya hantar listrik (DHL) di DAS Pemali bervariasi antara 400–1500  $\mu\text{mhos/cm}$  pada suhu  $23,8^\circ\text{C} - 25,8^\circ\text{C}$ . Nilai DHL yang relatif tinggi ( $>1000 \mu\text{Mhos/cm}$ ) antara lain dijumpai di Desa Terlangu, Adiwerna, Tarub dan Jatibarang, sedangkan penelitian dari PIPWS Jratunseluna tahun 1998 menunjukkan, tingginya kualitas air Kali Pemali pada parameter BOD dan COD sebesar 90,76 mg/l dan 176,95 mg/l, disebabkan banyaknya industri kecil (industri tahu-tempe) sebagai sumber limbah yang membuang air buangan ke sungai. Umumnya air sungai di daerah dataran aluvial ini berwarna keruh kecoklatan di bagian hilir, karena batuan dasar sungai berupa endapan aluvial dan terdiri atas bahan lepas dan lempung, ikut terbawa arus sungai (Anonymous *c*, 2002).

#### **Kedalaman Muka Airtanah**

Airtanah merupakan jenis potensi ketersediaan air yang kedua setelah air permukaan. Selain dipengaruhi oleh lingkungan, yaitu masuknya unsur-unsur fisis dan kimia ke dalam airtanah, maka kualitas airtanah dipengaruhi pula oleh kondisi fisik lingkungan, salah satunya adalah ketinggian permukaan air

sumur gali. Sudarmadji (1991) menyatakan, kedalaman muka airtanah pada sumur gali dipengaruhi oleh kemampuan penurunan kadar bahan pencemar ; semakin dalam permukaan airtanah, semakin efektif penurunan kadar bahan pencemar, demikian sebaliknya, semakin dangkal permukaan airtanah, maka kemungkinan terjadinya pencemaran semakin besar

Penduduk di Dataran Aluvial DAS Pemali Kabupaten Brebes Jawa Tengah sebagian besar masih menggunakan airtanah untuk kebutuhan sehari-hari karena murah, dan mudah mendapatkannya. Kebutuhan air bersih untuk masak, minum, mandi, dan cuci dipenuhi dari airtanah yang berasal dari sumur-sumur gali dengan kedalaman muka airtanah (tinggi muka air sumur dari permukaan tanah) yang bervariasi. Hal ini terjadi karena sebagian penduduk menganggap, bahwa dalam pembuatan sumur tidak diperlukan syarat-syarat khusus, terutama kedalaman sumur. Pembuatan sumur gali dilakukan karena layanan air bersih dari PDAM Kabupaten Brebes belum dapat dirasakan oleh sebagian masyarakat di Dataran Aluvial DAS Pemali karena kemampuan keuangan mereka yang masih terbatas.

Sudarmadji (1999), menyatakan dalam kesehariannya, persediaan air dalam airtanah dapat diamati melalui ketinggian muka air dari permukaan tanah. Cadangan airtanah dapat diamati secara visual dengan memperhatikan fluktuasi muka airtanah (MAT) dari waktu ke waktu. Daerah dengan cadangan airtanah besar, umumnya mempunyai fluktuasi MAT kecil, sebaliknya daerah dengan cadangan airtanah kecil, biasanya mempunyai fluktuasi MAT besar.

Selanjutnya, penelitian Miswadi (1997) menyoroti tentang penggunaan pupuk dan pestisida terhadap kualitas airtanah sumur-sumur gali di permukiman dan lahan pertanian. Hasil penelitian menunjukkan, dari enam titik sampel di lahan pertanian, 50% sumur permanen dan 16,7% sumur tidak permanen mempunyai kadar  $\text{NO}_3^-$  melebihi

batas Baku Mutu Air (BMA), sedangkan dari tujuh titik sampel di permukiman, 42,86% sumur tidak permanen mempunyai kadar  $\text{NO}_3^-$  melebihi batas BMA, dan 57,14% sumur permanen mempunyai kadar  $\text{NO}_3^-$  di bawah batas BMA. Hasil penelitian tersebut menunjukkan, meskipun bentuk sumurnya permanen, tetapi karena letaknya di lahan pertanian, maka penyerapan ion nitrat ke dalam airtanah tetap tinggi. Sebaliknya, sumur permanen di permukiman menunjukkan kadar  $\text{NO}_3^-$  di bawah batas BMA, sedangkan di sumur tidak permanen tetap terjadi pencemaran airtanah oleh  $\text{NO}_3^-$ .

Hasil penelitian Santosa (2000) berikut menunjukkan hubungan antara kedalaman MAT dengan nilai DHL dalam air payau, air tawar, dan air asin, yaitu semakin dalam kedalaman MAT, semakin rendah nilai DHL, dan airnya semakin tawar (Tabel 1).

Hasil penelitian Miswadi (2005) menunjukkan, berdasarkan rerata kedalaman muka airtanah pada daerah dataran banjir dan dataran aluvial di DAS Pemali, terdapat beberapa parameter kualitas air sumur yang konsentrasinya melebihi batas Baku Mutu Air (BMA) seperti tertera pada Tabel 2.

Selanjutnya penelitian Miswadi tahun yang sama (2005, dengan modifikasi) seperti tertera pada Tabel 3, menunjukkan data tentang hubungan parameter kualitas airtanah bebas yang melampaui batas BMA dengan kedalaman MAT dan kemiringan lereng pada *upper*, *middle*, dan *lower*.

Hasil penelitian menunjukkan, pada kedalaman MAT yang sama dan kemiringan lereng berbeda, parameter kualitas airtanah bebas yang kadarnya melebihi batas BMA di daerah bawah DAS Pemali, merupakan akumulasi parameter kualitas airtanah bebas yang kadarnya melebihi batas BMA di daerah atas (*upper*) dan daerah tengah (*middle*).

Tabel 3 menyatakan, pada kedalaman MAT yang sama, kemiringan lereng bervariasi, dan lokasi ketinggian yang berbeda (*upper*,

*middle, lower*), parameter kualitas airtanah yang selalu ada pada semua ketinggian dengan kualitas yang melebihi BMA adalah pH;

sedangkan parameter Coliform Tinja, Total Coliform, BOD, dan COD terdapat pada daerah atas dan daerah bawah.

**Tabel 1. Hubungan Antara Kedalaman MAT dengan Nilai DHL dalam Air Tawar, Air Payau, dan Air Asin**

Jenis Air	Rerata	
	DHL ( $\mu$ Mhos/cm)	Kedalaman Muka Airtanah (meter)
Tawar	958,5	4,62
Payau	1528,7	3,17
Asin	1546,0	0,60

Sumber : Santosa (2000)

**Tabel 2. Rerata Kadar Maksimum Parameter Kualitas Airtanah Bebas Hubungannya Kedalaman MAT di Dataran Banjir dan Dataran Aluvial DAS Pemali**

No.	Parameter	Batas BMA	F2 (MAT=9,46)	F3 (MAT=9,04)
1.	BOD (mg/l)	6	6,80	15,59
2.	COD (mg/l)	16	38,38	52,52
3.	DO (mg/l)	< 4	0,40	0,64
4.	DHL ( $\mu$ Mhos/cm)	1500	2100	3165
5.	TDS (mg/l)	1400	1168	1264
6.	Cl (mg/l)	800	-	791
7.	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	300	447,66	417,22
8.	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	600	450,03	-
9.	Kesadahan (mg/l)	700	420,34	-
10.	Na <sup>+</sup> (mg/l)	300	818,30	877
11.	Fe <sup>2+</sup> (mg/l)	0,50	0,65	1,34
12.	Total Colifrom (MPN/100ml)	2000	2401	2401
13.	Coliform Tinja (MPN/100ml)	200	2401	2401
14.	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	1	1,76	1,87

Sumber : Miswadi, dengan modifikasi ( 2005 ) ; Keterangan : F2 = Dataran Banjir ; F3 = Dataran Aluvial; MAT = Muka Airtanah (meter); BMA = Baku Mutu Air

**Tabel 3. Hubungan Antara Parameter Kualitas Airtanah yang Kadarnya Melampaui Batas Baku Mutu Air, Kedalaman MAT dan Kemiringan Lereng di DAS Pemali pada *Upper, Middle, dan Lower***

Macam Data	Daerah Atas ( <i>Upper</i> )	Daerah Tengah ( <i>Middle</i> )	Daerah Bawah ( <i>Lower</i> )
Kedalaman MAT (meter)	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Kemiringan Lereng (%)	> 15,0	8,0 – 15,0	< 8,0
Parameter Kualitas Airtanah Bebas yang Kadarnya (mg/l) melebihi batas BMA	BOD, COD, pH, Fe <sup>2+</sup>	Total Coliform <sup>1)</sup> , Coliform Tinja <sup>1)</sup> , Ph	BOD, COD, pH, Coliform Tinja <sup>1)</sup> , Total Coliform <sup>1)</sup>

Sumber : - Miswadi, (2005) dengan modifikasi ; - Anonimous *dl*, 1997/1998

Keterangan : <sup>1)</sup> = MPN/100 ml ; BMA = Baku Mutu Air

## METODE

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan untuk pemetaan adalah citra satelit, peta-peta yang berkaitan dengan daerah penelitian dan data-data lain. Citra satelit, peta-peta yang dimaksud dan data-data lain yaitu sebagai berikut : 1) Citra Satelit Aster Tahun 2006, Kabupaten Brebes Propinsi Jawa Tengah; 2) Citra SRTM Jawa Tengah; 3) Peta Rupabumi Digital Kabupaten Brebes, Propinsi Jawa Tengah skala 1 : 25.000, edisi : 2000 Bakosurtanal, beberapa peta tematik

Bahan yang digunakan untuk analisis kualitas air adalah : 1) Air sumur gali milik penduduk yang digunakan sebagai sampel penelitian. 2) Khemikalia yang digunakan antara lain : Pestisida klor organik, dietileter, heksana, kolom, benzene, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, Na-oksalat, lart.As.sulfanilat, lart. Naftilendiamin dihidroklorin, lart. Ferroamonium-sulfat, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Indikator PP, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, K(SbO)C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O (K-antimonil-tartrat), asam askorbat.

### Alat pengukuran di lapangan terdiri atas :

Alat yang digunakan meliputi: 1) *Roll meter*, *Sekop* dan pisau lapangan untuk

mengambil sampel tanah di permukaan; *Daftar isian (check list)*, digunakan untuk mengisi data; 2) *Global Position Sistem (GPS) Map 195* Merk Garmin untuk menentukan koordinat titik sampel; 3) Palu godam, untuk membantu pengukuran proses infiltrasi; 4) *Invlitrometer*, untuk mengukur infiltrasi; 5) Kartu data untuk sampel tanah.

### Alat di Laboratorium Sistem Informasi Geografis / GIS

Perangkat keras, meliputi : 1) Satu set computer *hard disk*; *Digitizer Numonics*; 2) Printer tipe C I 225 dan Printer tipe 1700 A3; 3) Scanner Cannon Scan 3840 P.

Perangkat lunak, meliputi : 1) Software Arc View GIS versi 3.3; Software Arc Info versi 3.5.1; 2) Software Arc GIS versi 3.5.1.

**Alat yang digunakan untuk analisis kualitas air, antara lain :** 1) EC-meter, pH meter, Spektrofotometer Sinar tunggal / ganda; 2) Botol BOD & Aerator, Salinometer, thermometer; 3) Kolom / kromatograf, Gelas penguap “Kudema Danish”; 4) Alat-alat gelas, gas dan tabung gas; 5) Seperangkat alat analisis bakteri Coli.

### Teknik Pengumpulan Data

(1) Mengukur kedalaman MAT di Dataran Alu-

vial DAS Pemali Kabupaten Brebes Propinsi Jawa Tengah yang secara terinci meliputi : (a). Pengukuran diameter, kedalaman, tinggi dinding sumur atas, tinggi muka air dari dinding atas, tinggi muka air dari muka tanah, tinggi muka air dari muka laut pada beberapa titik pengukuran di daerah kajian; (b). Deskripsi profil sumur yang terdiri atas data pemilik, alamat, tipe sumur, elevasi pada tiap-tiap titik pengukuran di daerah kajian.

(2) Uji infiltrasi, dan pengukuran sifat fisis airtanah bebas;

(3). Pengukuran koordinat titik sampel dan membuat peta dasar digital

(4). Membuat peta dasar digital untuk tingkat Kabupaten Brebes Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan Peta Dasar Digital Rupa Bumi Indonesia; (a). Membuat peta digital untuk Dataran Aluvial DAS Pemali Kabupaten Brebes Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan Peta Dasar Digital Rupa Bumi Indonesia; (b). Membuat peta-peta digital untuk agihan : tanah, geologi, penggunaan lahan, bentuklahan, dan kualitas airtanah bebas di Dataran Aluvial DAS Pemali Kabupaten Brebes Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan Peta Tanah Detail Skala 1 : 50000; (c). Mentrans-formasikan dan mengintegrasikan peta-peta digital; (d). Membuat layout untuk pencetakan peta-peta digital yang dibuat.

(5). Menganalisis parameter-parameter kualitas airtanah di laboratorium, yaitu BOD, COD, TDS, DHL, organofosfat, organoklorin,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^{-}$ ,  $NO_2^{-}$  -  $NO_3^{-}$ ,  $SO_4^{2-}$ , suhu, karbamat, pH, salinitas, alkalinitas, kekeruhan, Coliform Tinja, dan Total Coliform sesuai klasifikasi mutu air untuk air domestik menurut Lampiran MENKLH, Lampiran PP No.20 Tahun 1990, Lampiran PP No.82 Tahun 2001, dan Lampiran II Keputusan Gubernur KDH Jawa Tengah Tahun 1990.

(6). Hasil analisis kualitas airtanah bebas di lapangan dan di laboratorium diplot pada peta dasar untuk setiap parameter kualitas airtanah bebas, sehingga diperoleh peta agihan kualitas airtanah bebas berdasarkan kedalaman MAT dengan skala 1 : 25.000.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, kedalaman MAT dibagi dalam 11 kelas, yaitu kedalaman MAT antara (1) < 37 cm, (2) 38 – 127 cm, (3) 128 – 218 cm, (4) 219 – 308 cm, (5) 309 – 399 cm, (6) 400 – 489 cm, (7) 490 – 580 cm, (8) 581 – 670 cm, (9) 671 – 760 cm, (10) 761 – 850 cm, (11) > 850 cm.

Hasil penelitian menunjukkan, pada umumnya sebagian besar tingkat kedalaman MAT mempunyai kualitas air cukup bagus sampai sangat bagus, artinya kualitas airtanahnya berada di bawah nilai ambang batas (NAB), terutama untuk parameter-parameter nitrat, nitrit, sulfat, klorida, fosfat, kalsium, dan kekeruhan.

Apabila disimak uraian-uraian di atas dan Gambar 2 dapat dilihat dari kedalaman MAT hubungannya dengan jumlah parameter yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) dapat disimpulkan, pada kedalaman MAT < 0,37m terdapat satu titik sampel (TS) dengan dua parameter yang kadarnya > NAB, dan dua TS dengan empat parameter > NAB. Pada kedalaman MAT 0,37 - 1,27m terdapat tujuh TS dengan lima parameter > NAB, dan dua TS dengan dua parameter > NAB. Pada kedalaman MAT 1,28 – 2,17m terdapat tiga TS dengan tiga parameter > NAB, dua TS dengan empat parameter > NAB, dan dua TS dengan lima parameter > NAB. Selanjutnya pada kedalaman MAT 2,18 – 3,09m terdapat satu TS dengan tiga parameter > NAB, satu TS dengan enam parameter > NAB, dan dua TS dengan empat parameter > NAB. Pada kedalaman MAT 3,09 – 3,98m terdapat satu TS dengan empat parameter > NAB, satu TS dengan tujuh parameter > NAB, sedangkan pada kedalaman 4,66 – 5,79m dan 6,71 – 8,51m terdapat masing-masing satu TS dengan empat parameter > NAB, sedangkan pada kedalaman MAT 5,80 – 6,70m terdapat satu TS dengan tiga parameter > NAB.

Bila dilihat dari kedalaman MAT hubungannya dengan jenis parameter yang mempunyai kadar > NAB (Gambar 3) dapat disimpulkan sementara, bahwa kedalaman MAT < 0,37m terdapat lima jenis parameter

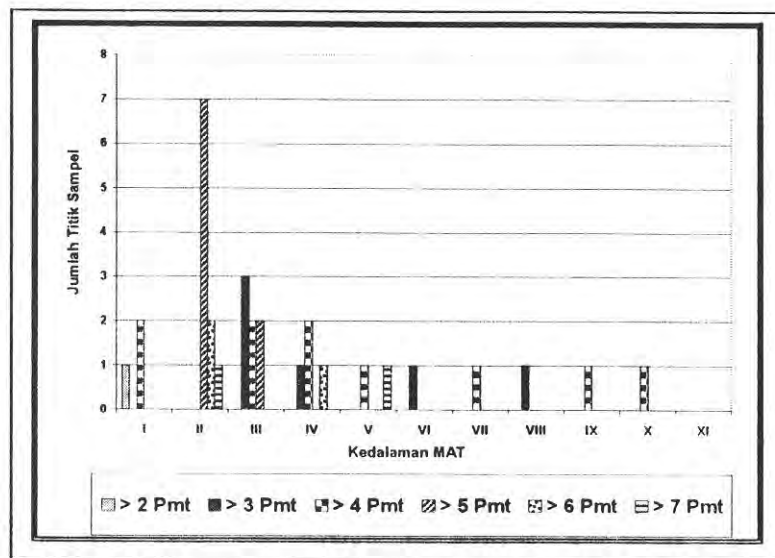


> NAB ; kedalaman MAT 0,37 – 2,17m terdapat delapan jenis parameter > NAB ; kedalaman MAT 2,18 – 3,98m terdapat tujuh parameter > NAB ; dan pada kedalaman 3,99 – 5,79m dan 6,71 – 7,60m terdapat empat parameter > NAB, serta pada kedalaman MAT 5,8 – 6,70m terdapat tiga parameter > NAB.

Beberapa contoh hasil analisis data dan penggambarannya melalui peta dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7, bahwa kedalaman MAT yang sangat krusial untuk diperhatikan adalah kedalaman MAT II dan III, yaitu antara 0,37 – 2,17 meter, dan parameter kualitas air yang kadarnya melebihi NAB cukup mengkhawatirkan dalam jumlah maupun kadarnya.

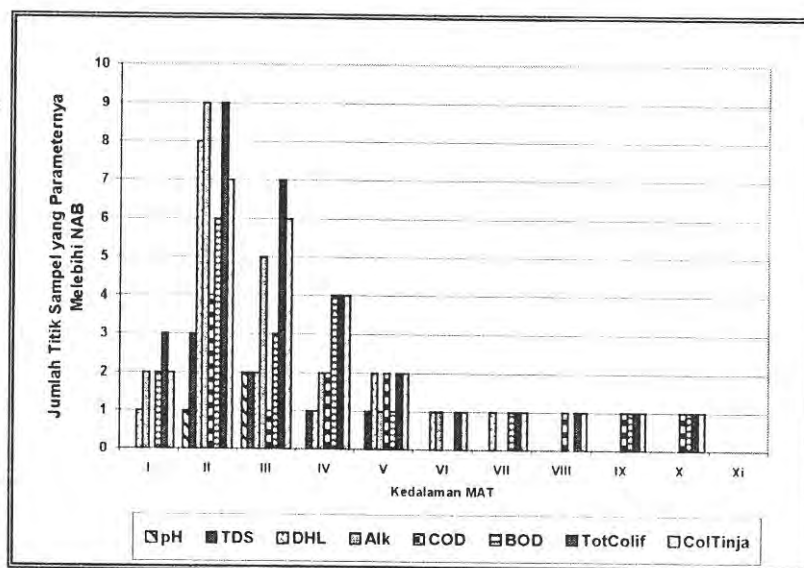
Beberapa penyebab rendahnya kualitas air daerah penelitian antara lain karena pembuatan sumur gali tidak memerhatikan syarat teknis pembuatan sumur, yaitu jarak sumur terhadap sumber limbah / septic-tank, kedalaman MAT (tinggi muka air sumur dari permukaan tanah), dan penggunaan lahan di sekitar permukiman.

Analisis kadar pestisida terhadap organofosfat, organoklorin, dan karbamat, dilakukan tidak pada semua titik sampel karena alasan teknis. Analisis pestisida dilakukan terhadap empat titik sampel dengan mempertimbangkan arah aliran airtanah daerah penelitian. Hasil analisis pestisida terhadap empat titik sampel dapat dicermati pada Tabel 6.



( Pmt = parameter)

**Gambar 2. Grafik Jumlah Parameter yang Kadarnya Melampaui NAB Setiap Titik Sampel Berdasarkan Kedalaman Muka Airtanah**



**Gambar 3. Grafik Jenis Parameter yang Kadarnya Melampaui NAB Setiap Titik Sampel Berdasarkan Kedalaman MAT**

Kedalaman MAT (dalam meter)

- |                   |                    |                  |
|-------------------|--------------------|------------------|
| I : < 0,37        | V : 3,09 – 3,98    | IX : 6,71 – 7,60 |
| II : 0,37 – 1,27  | VI : 3,99 – 4,87   | X : 7,61 – 8,51  |
| III : 1,28 – 2,17 | VII : 4,88 – 5,79  | XI : > 8,51      |
| IV : 2,18 – 3,08  | VIII : 5,80 – 6,70 |                  |

**Tabel 6. Hasil Analisis Pestisida Untuk 4 (empat) Titik Sampel**

No..	Jenis Pestisida (ppb)	Titik Sampel			
		HB-019	HB-001	HB-022	HB-033
1.	α- HCN	Tt	Tt	Tt	Tt
2.	Aldrin	100	100	Tt	Tt
3.	P,P' -DDT	100	Tt	Tt	Tt
4.	Carbofuran	100	100	Tt	Tt
5.	Methiocarb	100	300	100	100

Keterangan : tt = tidak terdeteksi

Tabel 6 menunjukkan, tiga TS (HB-019, HB-022, dan HB-033) mengandung karbamat jenis methiocarb, masing-masing sebesar 100 ppb, sedangkan TS HB-001 mengandung 300 ppb jenis yang sama. Kadar carbofuran, yaitu jenis lain dari karbamat, terdapat pada HB-019 dan HB-001 sebesar 100 ppb, sedangkan pada HB-022 dan HB-033 tidak terdeteksi adanya carbofuran. Selanjutnya,

kadar organoklorin jenis aldrin terdapat pada HB-019 dan HB-001 masing-masing sebesar 100 ppb, sedangkan HB-033 dan Hb-022 tidak terdeteksi adanya aldrin. Jenis lain dari organoklorin adalah α- HCN, ternyata tidak terdeteksi pada keempat titik sampel, tetapi jenis P,P' - DDT hanya terdapat pada HB-019, sedangkan ketiga titik sampel lainnya tidak terdeteksi.

## SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan yang dapat ditarik adalah, bila dilihat dari jumlah titik sampel (TS) dan parameter kualitas air yang konsentrasinya melebihi NAB, maka kedalaman MAT yang sangat krusial untuk diperhatikan adalah pada kedalaman MAT 0,37 – 2,17 m, artinya pemerintah daerah setempat dapat menyosialisasikan pembuatan sumur gali yang aman dan memenuhi syarat-syarat teknis maupun kesehatan, yaitu pada kedalaman lebih dari 2,17 meter dari permukaan tanah.

Berdasarkan analisis deskriptif dari angket yang masuk dan wawancara dengan masyarakat yang diambil airnya sebagai sampel, terungkap bahwa mereka tidak pernah mendapatkan penyuluhan tentang pembuatan sumur gali yang baik, sehingga pembuatan sumur gali diserahkan kepada para tenaga pembuat sumur yang pada umumnya tenaga tersebut tidak memiliki pengetahuan teknis dan kesehatan. Untuk itu, mereka sangat mengharapkan pemerintah daerah melalui instansi yang terkait (Dinas PU, Dinas Kesehatan, PDAM), dapat menyosialisasikan cara membuat sumur gali kepada semua warga melalui Karang Taruna, Perangkat Desa ataupun komponen kepemudaan yang lain.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan apresiasi yang tinggi kepada DP2M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi – Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberi dana penelitian ini melalui Penelitian Hibah Bersaing selama 2 (dua) tahun, yaitu tahun 2007 dan 2008.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous a, 1995. *Karakteristik Daerah Aliran Sungai Pemali-Comal dan Way Sekampung*. Buku I. Jakarta : Direktorat Rehabilitasi dan Konservasi Tanah, Direktorat Jenderal Reboisasi Lahan, Departemen Kehutanan
- Anonimous b, 1998. *Kabupaten Brebes Dalam Angka*. Brebes : Kantor Statistik Kabupaten Brebes
- Anonimous c, 2002. *Laporan Akhir. Penyusunan Rencana Induk (Grand Design) Pengelolaan Lingkungan Hidup SWS Pemali-Comal*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM. Kerjasama dengan Bappedal Provinsi Jawa Tengah
- Anonimous d, 1997/1998. *Laporan Akhir. Pekerjaan Groundwater Monitoring dan Evaluasi Proyek Swakelola TA 1997/1998*. Semarang : Proyek Irigasi Air Tanah. Kantor Wilayah Departemen Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Tengah
- Blum, D., Feachem, R.G., Huttly, S.R., Kirkwood, B.R., and Emeh, R.N. 1987. The effects of distance and season on the use of boreholes in northeastern Imo State, Nigeria. *Journal Trop. Med. Hyg.* 90 : 45 - 50
- Custodio, E. 1987. *Methods to Control and Combat Saltwater Intrusion in Groundwater Problems in Coastal Areas*. The International Hydrological Program Working Group on Changes in the Salt-Freshwater Balance in Deltas, Estuaries and Coastal Zone due to Structural Works and Groundwater Exploitation Distribution
- Esrey, S.A., Feachem, R.G., and Hughes, J.M., 1985. Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young children : improving water supplies and Excreta disposal facilities. *Bulletin WHO* 63 : 757 - 772
- Feachem, R., G. 1977. Infection disease related to water supply and excreta disposal facilities. *Ambio* 6 : 55 – 58
- Jiwa, S.F., Kokrovacek, H., and Wadstrom, T. 1981. Enterotoxigenic bacteria in food and water from an Ethiopian

Anonimous a, 1995. *Karakteristik Daerah Aliran Sungai Pemali-Comal dan Way Sekampung*. Buku I. Jakarta : Direktorat Rehabilitasi dan Konservasi Tanah,

- Community *Appl. Environ. Microbiol.* **41** : 1010 - 1019
- Miswadi, Siti Sundari, 1997. Pengaruh Penggunaan Pupuk dan Pestisida Terhadap Kualitas Airtanah di Sebelah Selatan Kecamatan Wates Kabupaten Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Tesis*. Yogyakarta : Program Pascasarjana - UGM
- Miswadi, Siti Sundari, 2005. Pengaruh Airtanah Bebas Pada Satuan Bentuk Lahan Terhadap Pola Penggunaan Air Domestik di Daerah Aliran Sungai Pemali Kabupaten Brebes –Tegal Provinsi Jawa Tengah. *Disertasi*. Yogyakarta : Sekolah Pascasarjana – UGM
- Santosa, Langgeng Wahyu. 2000. *Laporan Penelitian*. Studi Akifer dan Hidrokimia Airtanah pada Bentanglahan Aluvial Pesisir Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM
- Santjoko, Herman, 1998. Hubungan Kualitas Airtanah Payau dengan Gangguan Kesehatan Pada Penduduk di Daerah Dataran Aluvial Pantai. *Tesis*. Yogyakarta : Program Pascasarjana – UGM
- Sawyer, C.N. and McCarty, P.L. 1978. *Chemistry for Environmental Engineering*. New York McGraw – Hill Book Co.
- Steel, E.W. and McGhee, T.J. 1979. *Water Supply and Sewerage*. Fifth Ed. Tokyo : McGraw Hill Kogashuka, TLTD.
- Sudarmadji, 1991. Agihan Geografi Sifat Kimiawi Airtanah Bebas di Kodya Yogyakarta. *Disertasi*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM
- Sudarmadji, 1999. Sumber Penyediaan Air di Daerah Perkotaan dan Pengelolaannya. *Lokakarya Nasional*. Surakarta : Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Perusahaan Daerah Air Minum Kodya Surakarta