

## **HIDROSTRATIGRAFI DAN HIDROKIMIA AIRTANAH DI SEKITAR ROWO JOMBOR KECAMATAN BAYAT-KLATEN**

oleh  
**Langgeng Wahyu Santosa\***

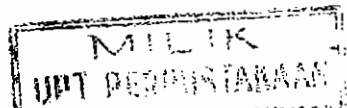
### **INTISARI**

*Untuk mempelajari tipe akuifer dan asal-usul serta karakteristik airtanah, model hidrostratigrafi dan hidrokimia merupakan salah satu model yang dapat diterapkan. Hidrostratigrafi adalah suatu model untuk menggambarkan stratum geologis penyusun akuifer, yang di dalamnya berisi informasi tentang karakteristik airtanah. Hidrokimia merupakan model untuk menelusur asal-usul pembentukan airtanah, yang didasarkan pada analisis komposisi ion-ion penyusunnya. Penyusunan hidrostratigrafi didasarkan pada hasil pendugaan geolistrik, sedang penentuan tipe hidrokimia airtanah dengan metode Diagram Piper Segiempat (Square Piper Diagram).*

*Penelitian ini dilakukan di sekitar lembah Rawa Jombor, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten. Tujuan utama penelitian ini adalah: (a) mengetahui tipe akuifer dan tipe hidrokimia airtanah, dan (b) mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi variasi karakteristik airtanah dan asal-usul airtanah payau/asin di daerah penelitian. Manfaat penelitian ini adalah sebagai dasar untuk menentukan lokasi dan kedalaman sumur bagi penyediaan sumber air bersih di daerah penelitian.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa lembah Rawa Jombor secara umum tersusun oleh 2 tipe akuifer, yaitu akuifer bebas dan tertekan. Akuifer bebas meliputi akuifer bebas primer yang tersusun oleh endapan lempung pasir/volkan Merapi Muda, dan akuifer bebas sekunder yang tersusun oleh batugamping porous atau sekis-filit dengan banyak retakan dan sisipan kuarsa. Pada akuifer bebas primer banyak terdapat lensa-lensa airtanah payau-asin yang bervariasi antara satu tempat dengan tempat lain. Akuifer yang paling dalam adalah akuifer tertekan yang dibatasi oleh batuan malihan sekis-filit atau batugamping keras yang relatif kedap air. Pada umumnya akuifer tertekan terdapat di bagian timur rawa pada kedalaman >20 meter dan di bagian selatan rawa pada kedalaman >30 meter. Tipe hidrokimia airtanah di daerah penelitian dikelompokkan menjadi 5 tipe, yaitu tipe I (air bikarbonat, tawar), tipe II (air semi karbonat, tawar), tipe III (air evaporate, payau-asin), tipe IV (air sulfat, payau), dan tipe Va yang merupakan awal pertukaran kation. Tipe III dan IV merupakan airtanah payau hingga asin yang banyak terdapat di bagian utara Rawa Jombor, yaitu di Tawang, Lebak, Bugel dan Tanjungsari. Berdasarkan hidrostratigrafinya, airtanah kelompok ini merupakan lensa-lensa airtanah payau atau asin yang terdapat setempat-setempat pada akuifer bebas.*

\* Staf pengajar pada Jurusan Geografi Fisik, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Penelitian

Permasalahan potensi airtanah, baik kuantitas maupun kualitasnya, banyak terkait dengan karakteristik material penyusun di mana airtanah itu berada. Menurut Todd (1980), faktor litologi, struktur geologi dan stratigrafi merupakan informasi penting dalam evaluasi sumberdaya airtanah. Kualitas airtanah bervariasi menurut jenis batuan penyusun akuifer, genesis dan lingkungan pengendapan pada saat pembentukan batuan tersebut (Sutikno, 1992; Langgeng, 1998 dan 2000). Perbedaan litologi akan berpengaruh terhadap variasi kualitas airtanah (Hem, 1970) dan potensi relatif airtanah (Todd, 1980). Pergerakan airtanah dalam akuifer menyebabkan terjadinya pelarutan mineral-mineral dalam batuan yang dilaluinya, sehingga akan berpengaruh terhadap komposisi kimia airtanah. Semakin lama airtanah kontak dengan batuan dan semakin jauh airtanah mengalami pergerakan hidraulik, maka semakin banyak mineral batuan yang terlarut dalam airtanah. Aspek-aspek tersebut berpengaruh terhadap perubahan kualitas airtanah. Kondisi semacam ini dijumpai pula di wilayah Bayat, khususnya di sekitar Rawa Jombor.

Rawa Jombor merupakan suatu lembah yang terbentuk akibat pengaruh morfogenesis yang membentuk bentanglahan wilayah Perbukitan Bayat secara keseluruhan (Hadi Sutomo, 1990), yang menurut Bemmelen (1949) terbentuk akibat pengangkatan zona lithoral laut dangkal secara bertahap sejak zaman Pre-Tersier setelah aktivitas vulkan di bagian selatan Jawa terhenti hingga Miosen Atas. Morfogenesis Rawa Jombor tersebut kemungkinan besar juga berpengaruh terhadap proses pembentukan akuifer dan karakteristik airtanah di daerah sekitarnya. Hal ini terbukti dengan adanya kenyataan, bahwa di sekitar Rawa Jombor banyak dijumpai airtanah payau dengan kondisi bervariasi antara satu tempat dengan tempat lain.

Permasalahan kondisi airtanah yang ada di sekitar Rawa Jombor tersebut, terkait kuat dengan genesis daerah dan karakteristik akuifer penyusunnya. Berdasarkan hal tersebut, sangat menarik untuk dilakukan suatu kajian hidrostratigrafi dan hidrokimia airtanah untuk menelusur sejarah pembentukan atau genesis airtanahnya. Kajian hidrostratigrafi dapat memberikan gambaran tentang strata geologi (material penyusun) dan tipe akuifer, sedang analisis hidrokimia dapat dipakai untuk menentukan tipe airtanah berdasar perbandingan komposisi kimia ion-ion yang terlarut. Integrasi kedua analisis ini akan memberikan penjelasan tentang kronologi pembentukan, material penyusun dan tipe akuifer, sehingga dapat dipakai untuk menerangkan keterdapatan dan asal-usul airtanah di daerah penelitian.

### Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik dan tipe akuifer, serta tipe hidrokimia airtanah di daerah penelitian; dan

2. Mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap variasi karakteristik airtanah dan asal-usul airtanah payau/asin di daerah penelitian.

Hasil studi ini sangat bermanfaat bagi upaya menentukan lokasi dan kedalaman sumur kaitannya untuk penyediaan air bersih bagi keperluan air minum di daerah penelitian.

## KERANGKA PEMIKIRAN TEORETIS

### Tinjauan Pustaka

Berdasarkan berbagai pengalaman penelitian terdahulu, airtanah payau atau asin pada umumnya berasosiasi dengan air "*connate*", yang seringkali menimbulkan masalah dalam pemanfaatan airtanah (Todd, 1959 dan Dam, 1966 dalam Seyhan, 1990). Hal ini disebabkan karena lamanya air yang terjebak dan mengalami kontak dengan batuan induknya, yang mengakibatkan mineral-mineral dalam batuan larut ke dalam airtanah dan mengalami pertukaran kation (*cation exchange*), akibatnya airtanah menjadi berasa asin. Kasus yang serupa dengan air "*connate*" adalah air "*evaporate*". Air ini berasal dari air laut purba yang pada saat periode kering panjang mengalami penguapan dan meninggalkan kristal-kristal garam di atas batuan dasarnya. Karena pengendapan material sedimen di atasnya pada periode berikutnya, maka kristal-kristal garam tersebut terjebak selama proses pengendapan berlangsung. Akibatnya pada saat sekarang kristal garam tersebut larut dalam airtanah, yang berakibat airtanah menjadi asin atau payau (Todd, 1980).

Lebih lanjut Todd (1980), juga mengemukakan bahwa semua airtanah mengandung garam-garam terlarut yang berasal dari lokasi setempat di mana airtanah terdapat dan akibat gerakan airtanah. Tipe dan konsentrasi dari garam-garam tersebut tergantung pada lingkungannya, gerakan dan sumber airtanah. Garam-garam yang terlarut dalam airtanah umumnya berasal dari pelarutan mineral batuan. Kegaraman bervariasi tergantung jenis material penyusun akuifer, pelarutan dari mineral dan waktu kontak, yang biasanya konsentrasi akan naik seiring dengan kedalaman.

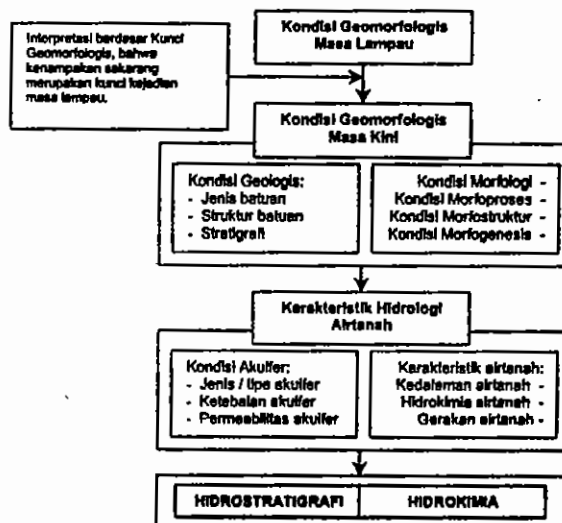
Purbo Hadiwijoyo (1974) menyatakan bahwa airtanah dangkal pada akuifer dengan material yang belum termampatkan (*unconsolidated*) di daerah beriklim kering menunjukkan konsentrasi unsur-unsur kimia yang tinggi terutama di musim kemarau. Hal ini disebabkan oleh gerakan kapiler airtanah dan tingkat evaporasi yang cukup besar. Besar kecilnya unsur terlarut tergantung pada lamanya air kontak dengan batuan. Di samping itu, umur batuan juga mempengaruhi tingkat kegaraman airtanah. Semakin tua umur batuan dan semakin lama air kontak dengan batuan, maka semakin tinggi kegaraman maupun unsur-unsur yang terlarut dalam airtanah. Genesis dan karakteristik batuan penyusun suatu daerah sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan akuifer, dan karakteristik maupun asal-usul airtanah pada suatu daerah. Salah satu metode yang dapat dipakai untuk menelusur asal-usul airtanah adalah dengan menganalisis tipe hidrokimia airtanah.

Kloosterman (1983) telah menerapkan dan menguji metode Diagram Piper Segiempat (*Square Piper Diagram*) untuk mengkaji sumber keasinan airtanah di dataran pantai utara Jawa Barat. Untuk mengetahui tipe hidrokimia airtanah, Kloosterman melakukan pengujian konsentrasi unsur-unsur mayor (Ca, Mg, Na, K, Cl, HCO<sub>3</sub> dan SO<sub>4</sub>) sebagai dasar analisis. Hasilnya menunjukkan bahwa airtanah asin yang terdapat di daerah penelitian terbentuk karena adanya proses pengepresan lokal dari endapan lempung, lanau dan debu yang mengandung air fosil atau air "connate".

Sementara untuk dapat menentukan ketebalan dan jenis akuifer pada suatu daerah dapat digunakan metode pendugaan geolistrik. Pendugaan geolistrik merupakan salah satu cara penelitian dari permukaan tanah untuk mengetahui lapisan-lapisan batuan atau material penyusun akuifer. Model pendugaan geolistrik menggunakan prinsip bahwa lapisan batuan mempunyai tahanan jenis (*resistivity*) yang berbeda-beda, yang dipengaruhi oleh jenis material, kandungan air dalam batuan, sifat kimia air dan porositas batuan (Todd, 1980 dan Zohdy, 1980). Berdasarkan hasil analisis data pendugaan geolistrik ini, maka dapat disusun atau direkonstruksikan susunan perlapisan batuan secara vertikal, dan dapat ditentukan tipe akuifer penyusun suatu daerah.

### Landasan Teori

Berdasarkan tinjauan pustaka dan rumusan permasalahan penelitian, maka tema sentral dalam penelitian ini adalah kondisi geomorfologis (genesis) masa lampau yang berpengaruh terhadap proses pembentukan akuifer dan karakteristik (hidrokimia) airtanah yang cukup unik di daerah penelitian, seperti disajikan dalam Gambar 1.

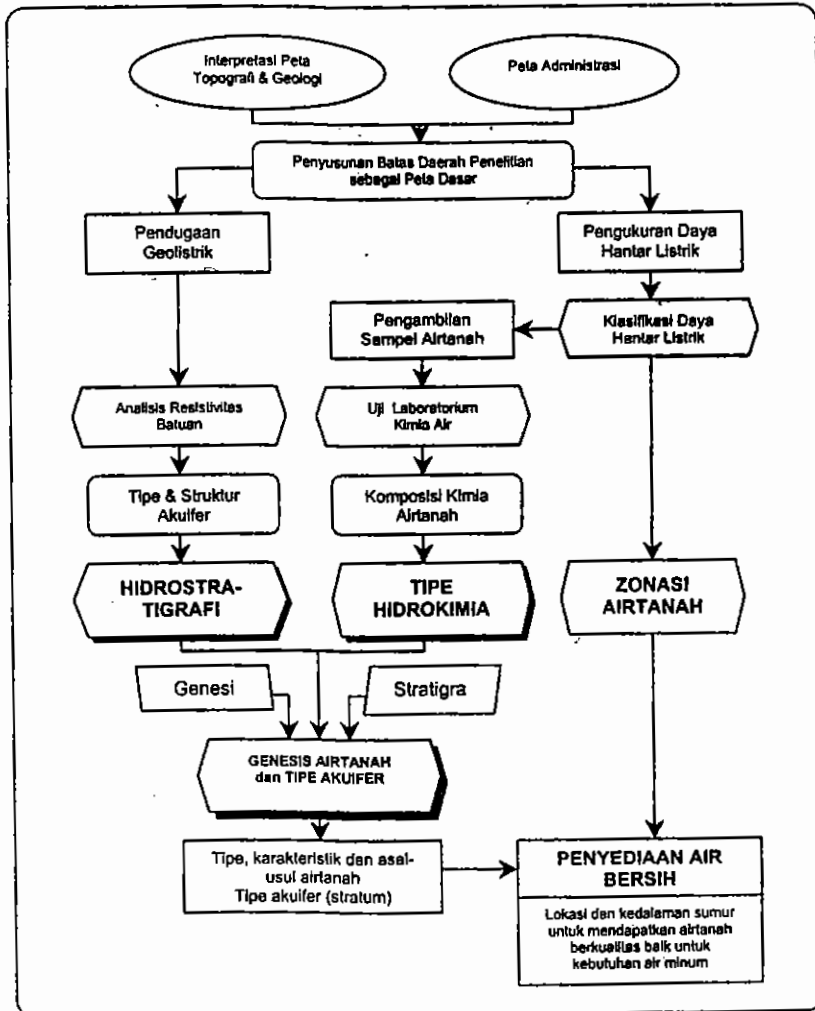


Gambar 1. Kerangka Fikir Penelitian

### CARA PENELITIAN

Bahan dalam penelitian ini meliputi: Peta Topografi, Peta Geologi dan Peta Administrasi. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat survei geolistrik, EC-meter, pita meter dan GPS, serta peralatan uji kimia airtanah dan komputer analisis.

Langkah penelitian mulai dari penyusunan peta dasar, survei lapangan, analisis data dan penyajiannya, disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Pengumpulan data dikelompokkan menjadi 2 (dua), yaitu: (1) data karakteristik airtanah diukur langsung di lapangan secara *random sampling*, dan (2) pendugaan geolistrik dilakukan berdasar penampang melintang yang dilakukan pada daerah permukiman yang tersusun oleh dataran aluvial yang lebih luas, yaitu di sebelah utara dan selatan Rawa Jombor. Sementara sampel airtanah yang berjumlah 13 sampel diambil berdasarakan klas daya hantar listrik.

Analisis data meliputi: analisis hidrostratigrafi, hidrokimia, zonasi airtanah dan deskriptif-komparatif. Analisis hidrostratigrafi didasarkan pada hasil pendugaan geolistrik, yang dianalisis dengan menganut cara *Schlumberger*, yaitu pendugaan untuk mengetahui lapisan-lapisan batuan ke arah dalam secara vertikal (Zohdy, 1980). Analisis hidrokimia digunakan sebagai dasar pencirian komposisi kimia airtanah, untuk membedakan tipe airtanah, menentukan tipe dominan dan menentukan asal-usul airtanah. Analisis ini menggunakan metode Diagram Piper Segiempat (*Square Piper Diagram*) (Kloosterman, 1983). Zonasi airtanah disusun berdasar klas daya hantar listrik airtanah dan kandungan ion klorida, seperti disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Klasifikasi Airtanah Berdasar Nilai Daya Hantar Listrik dan Kadar Klorida**

Klas	Nilai DHL ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	Kadar Cl (mg/liter)	Kelompok
Redah	< 2500	< 150	Airtanah Tawar (Fresh)
Sedang	2500 - 4500	150 - 1000	Airtanah Payau (Brackish)
Tinggi	> 4500	> 1000	Airtanah Asin (Saline)

Sumber: Kloosterman (1983) dan Stuyfzand (1986)

Analisis deskriptif-komparatif digunakan untuk mendeskripsikan susunan dan tipe akuifer, karakteristik, sebaran dan asal-usul airtanah. Analisis ini didasarkan pada model hidrostratigrafi yang didukung dengan zona airtanah serta informasi stratigrafi batuan dan morfogenesis daerah penelitian. Analisis ini ditujukan untuk menentukan lokasi dan kedalaman sumur kaitannya dengan upaya memperoleh airtanah tawar untuk penyediaan air bersih di daerah penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Zonasi Airtanah

Zonasi airtanah yang dimaksud dalam penelitian ini adalah satuan airtanah yang dikelompokkan berdasar klas daya hantar listrik dan konsentrasi ion klorida dalam airtanah. Berdasarkan hasil pengukuran lapangan dan analisis laboratorium, zonasi airtanah di daerah penelitian dikelompokkan seperti disajikan dalam Tabel 3, sedang distribusi keruangannya disajikan dalam Gambar 3.

Airtanah asin dijumpai setempat-setempat, yaitu di Dusun Bugel (DHL sebesar 4740  $\mu\text{mhos/cm}$  dengan Cl sebesar 1349 mg/liter) dan di Tanjungsari (DHL sebesar 4800  $\mu\text{mhos/cm}$  dengan Cl sebesar 1395 mg/liter), dengan kedalaman sumur rata-rata

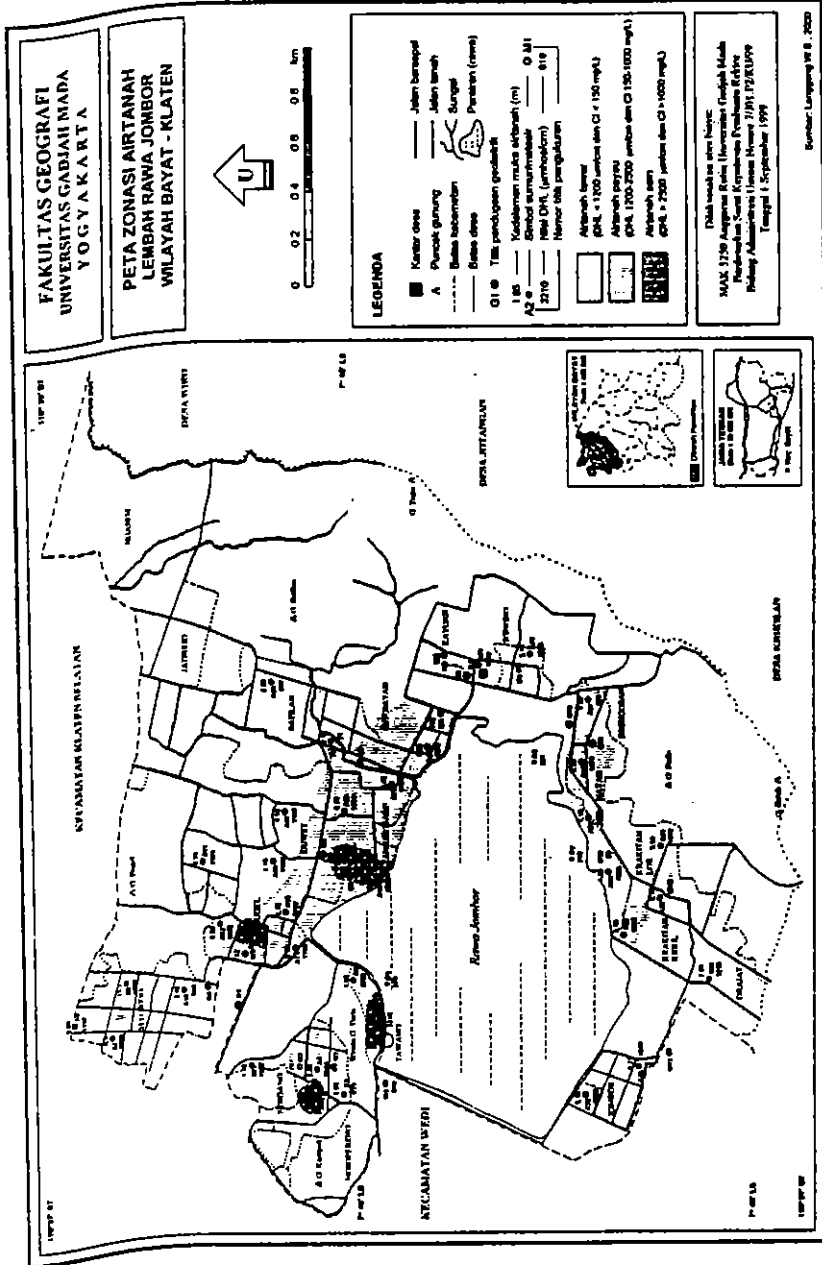
berkisar 4,5 meter. Pada kasus yang demikian, umumnya dasar sumur tersusun oleh material endapan lumpur berwarna hitam bercampur dengan pasir dan kerikil. Airtanah ini merupakan air sadah tetap dengan kandungan Ca, Cl dan  $SO_4$  sangat tinggi seperti disajikan dalam Tabel 4.

**Tabel 3. Klasifikasi Airtanah Berdasar Nilai DHL dan Konsentrasi Cl di Daerah Penelitian**

Titik	Lokasi	DHL ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	Cl (mg/liter)	Muka Airtanah (m)	Kedalaman Sumur (m)	Kelompok
A.1	Tawang	3210	860.0	1.65	4.35	Payau
A.2		1536	-	1.05	3.15	Tawar
A.3	Lebak dan Sendang	633	47.3	1.88	3.33	Tawar
A.4		2070	-	2.08	6.29	Tawar
A.5		2710	1000.0	?	?	Payau
A.6		1570	-	1.45	2.60	Tawar
A.7	Selorejo	1512	-	4.90	10.20	Tawar
A.8		1117	14.9	8.66	12.20	Tawar
A.9		1027	52.1	11.70	11.77	Tawar
A.10		863	-	2.45	4.45	Tawar
A.11	Bugel	1165	-	9.25	12.70	Tawar
A.12		1202	-	4.55	7.50	Tawar
A.13		4740	1349.0	2.20	4.55	Asin
A.14		1100	-	0.97	3.05	Tawar
A.15		1787	-	1.35	3.70	Tawar
A.16	Duwet	1180	-	1.15	3.40	Tawar
A.17		1102	-	4.55	7.50	Tawar
A.18	Tanjungsari	1255	-	2.87	6.93	Tawar
A.19		4800	1395.0	2.15	4.52	Asin
A.20		1506	-	8.25	10.50	Tawar
A.21	Batilan	677	-	2.65	8.40	Tawar
A.22	Bendungan	721	-	2.90	4.30	Tawar
A.23	Sutojayan	1153	-	2.45	4.50	Tawar
A.24		1375	-	4.25	7.00	Tawar
A.25	Kayuan	1030	96.7	6.80	15.95	Tawar
A.26	Winong	1055	25.6	3.15	6.95	Tawar
A.27	Brengosan	598	16.7	8.25	12.00	Tawar
A.28	Nayan	1474	-	0.95	4.60	Tawar
A.29	Krakitan Lor	1606	-	1.15	3.30	Tawar
A.30		1085	33.5	1.75	5.20	Tawar
A.31		1062	-	3.55	6.40	Tawar
A.32	Krakitan Kidul	1605	150.0	2.45	6.25	Tawar
A.33		1643	-	2.35	7.50	Tawar
A.34	Drajat	1215	-	2.05	6.90	Tawar
A.35	Jombor	1049	-	1.65	3.70	Tawar
A.36		1289	148.0	1.15	3.55	Tawar

Sumber: Pengukuran Lapangan (Langgeng, 2000)

Airtanah payau dijumpai di Dusun Tawang (DHL sebesar 3210  $\mu\text{mhos/cm}$  dengan Cl sebesar 860 mg/liter) dan di Lebak (DHL sebesar 2710  $\mu\text{mhos/cm}$  dengan Cl sebesar 1000 mg/liter), dengan kedalaman sumur antara 1,05 - 8,25 meter. Umumnya material penyusun dasar sumur juga sama dengan tempat lain yang mengandung airtanah asin.



Gambar 3. Zonasi Airtanah Berdasarkan Klas Daya Horster Listrik dan Kadar Klorida di Sekitar Rawa Jombor



**Tabel 4. Hasil Analisis Kimia Sampel Airtanah di Daerah Penelitian**

KELOMPOK KATION									
Sampel	DHL ( $\mu\text{m/cm}$ )	Na + K		Ca		Mg		Fe	
		Mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
A.1	3210	72.8	2.9	958	47.8	0.0	0.0	0.79	0.04
A.3 *)	633	19.2	0.8	130	6.5	0.0	0.0	0.00	0.00
A.5 *)	2710	88.3	3.8	552	27.5	142	20.5	0.00	0.00
A.8	1117	31.3	1.4	124	6.2	0.0	0.0	0.00	0.00
A.9	1027	81.1	3.4	108	5.4	0.0	0.0	0.58	0.03
A.13	4740	81.1	3.4	1323	66.0	0.0	0.0	0.79	0.04
A.19	4800	100.2	4.1	1408	70.3	0.0	0.0	1.00	0.05
A.25	1030	70.6	3.1	94.6	4.7	7.4	0.6	0.06	0.00
A.26	1055	22.1	1.0	62.4	3.1	13.6	2.0	0.12	0.01
A.27 *)	598	47.0	2.0	101	5.0	0.0	0.0	0.17	0.01
A.30	1085	37.6	1.6	151	7.5	0.0	0.0	0.00	0.00
A.32 *)	1605	85.2	3.6	144	7.2	106	15.3	0.32	0.02
A.36 *)	1289	68.7	2.9	79.2	4.0	30.6	4.4	1.44	0.08
Rawa	318	33.3	1.3	74.3	3.7	0.0	0.0	1.20	0.06
KELOMPOK ANION									
Sampel	DHL ( $\mu\text{m/cm}$ )	Cl		SO <sub>4</sub>		HCO <sub>3</sub>		CO <sub>3</sub>	
		mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
A.1	3210	860	24.3	77	1.6	432	7.1	0.0	0.0
A.3 *)	633	47.3	1.3	4.0	0.1	129	13.7	0.0	0.0
A.5 *)	2710	1070	30.2	63.2	1.3	209	22.2	0.0	0.0
A.8	1117	14.9	0.4	3.1	0.1	424	6.9	0.0	0.0
A.9	1027	52.1	1.5	99.9	2.1	574	9.4	0.0	0.0
A.13	4740	1349	38.0	77	1.6	464	7.6	0.0	0.0
A.19	4800	1395	39.3	88	1.8	578	9.5	0.0	0.0
A.25	1030	96.7	2.7	297	6.2	456	7.5	0.0	0.0
A.26	1055	25.6	0.7	34	0.7	108	11.5	0.0	0.0
A.27 *)	598	16.7	0.5	339	5.6	84	1.7	0.0	0.0
A.30	1085	33.5	0.9	58	1.2	372	6.1	0.0	0.0
A.32 *)	1605	158	4.5	82	1.7	424	45.1	0.0	0.0
A.36 *)	1289	148	4.2	13	0.3	198	21.1	0.0	0.0
Rawa	318	22.3	0.6	5.1	0.1	186	3.0	0.0	0.0

Sumber: Analisis Laboratorium (\*Langgeng,1998 dan Langgeng, 2000)

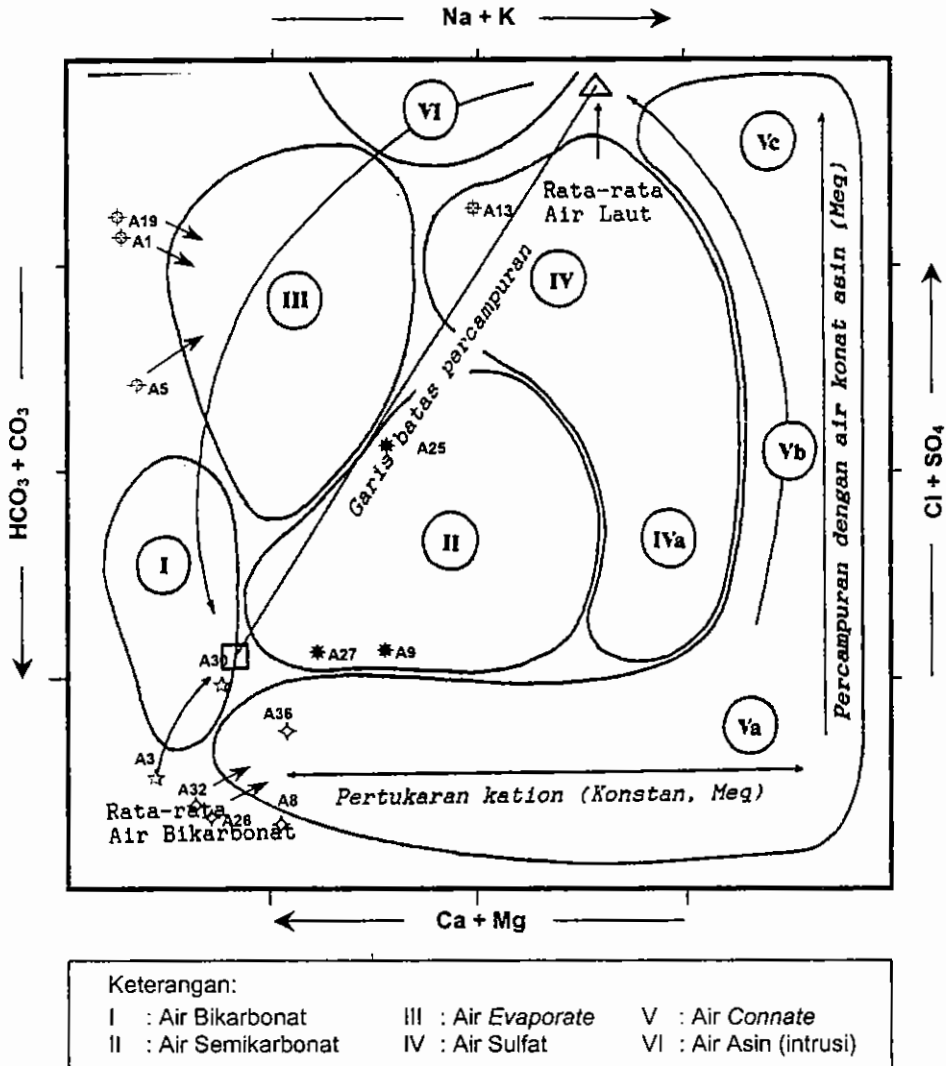
### Tipe Hidrokimia Airtanah

Berdasar hasil analisis dengan Diagram Piper Segiempat (Tabel 5 dan Gambar 4), dari 13 sampel airtanah yang mewakili masing-masing zona airtanah dapat dikelompokkan ke dalam 5 tipe hidrokimia, yaitu: tipe I, II, III, IV dan Va.

Tipe hidrokimia I merupakan air bikarbonat, dengan kandungan Ca, Mg dan HCO<sub>3</sub> yang tinggi, kandungan Na dan K rendah hingga sedang, berasa tawar dan berkualitas baik. Tipe ini diwakili oleh sampel A.3 dan A.30 dengan DHL < 2500  $\mu\text{mhos/cm}$ .

Tipe hidrokimia II merupakan airtanah dengan komposisi campuran antara kation Na, K dan Mg dengan anion Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub> dan CO<sub>3</sub>. Konsentrasi ion Cl dan/atau SO<sub>4</sub>

serta  $\text{HCO}_3$  sedang hingga cukup tinggi, yang disebut dengan air semikarbonat. Airtanah berasa tawar, berkualitas baik dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari. Termasuk dalam kelompok ini adalah sampel A.9, A.25 dan A.27, dengan  $\text{DHL} < 2500$   $\mu\text{mhos/cm}$ .



Gambar 4. Tipe Hidrokimia Airtanah berdasar Hasil Analisis dengan Diagram Piper Segiempat (Kloosterman, 1983)

Tabel 5. Persentase Komposisi Kimia Untuk Penentuan Tipe Hidrokimia Airtanah di Daerah Penelitian

Sam- pel	DHL ( $\mu\text{m}/\text{cm}$ )	Satuan	Kation			Anion			Tipe Hidrokimia Airtanah
			Na+K	Ca+Mg	Total	Cl+SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub> + CO <sub>3</sub>	Total	
A.1	3210	meq/lit	2.9	47.8	50.7	25.9	7.1	33.0	III
		%	5.7	94.3	100	78.5	21.5	100	
A.3	633	meq/lit	0.8	6.5	7.3	1.4	13.7	15.1	I
		%	11.0	89.0	100	9.3	90.7	100	
A.5	2710	meq/lit	3.8	48.0	51.8	31.5	22.2	53.7	III
		%	7.3	92.7	100	58.7	41.3	100	
A.8	1117	meq/lit	1.4	6.2	7.6	0.5	6.9	7.4	Va
		%	18.4	81.6	100	6.8	93.2	100	
A.9	1027	meq/lit	3.4	5.4	8.8	3.6	9.4	13	II
		%	38.6	61.4	100	27.7	72.3	100	
A.13	4740	meq/lit	3.4	66.0	69.4	39.6	7.6	47.2	IV
		%	49.0	51.0	100	83.9	16.1	100	
A.19	4800	meq/lit	4.1	70.3	74.4	41.1	9.5	50.6	III
		%	5.8	94.2	100	81.2	18.8	100	
A.25	1030	meq/lit	3.1	5.3	8.4	8.9	7.5	16.4	II
		%	36.9	63.1	100	54.3	45.7	100	
A.26	1055	meq/lit	1.0	5.1	6.1	1.4	11.5	12.9	Va
		%	16.4	83.6	100	10.9	89.1	100	
A.27	598	meq/lit	2.0	5.0	7.0	2.2	5.6	7.8	II
		%	28.6	71.4	100	28.2	71.8	100	
A.30	1085	meq/lit	1.6	7.5	9.1	2.1	6.1	8.2	I
		%	17.6	82.4	100	25.6	74.4	100	
A.32	1605	meq/lit	3.6	22.5	26.1	6.2	45.1	51.3	Va
		%	13.8	86.2	100	12.1	87.9	100	
A.36	1289	meq/lit	2.9	8.4	11.3	4.5	21.1	25.6	Va
		%	25.7	74.3	100	17.6	82.4	100	

Sumber: Hasil Analisis Data (Langgeng, 2000)

Tipe hidrokimia III terutama berasal dari airtanah dangkal, dengan karakteristik kandungan SO<sub>4</sub>, Ca dan Mg yang tinggi, kandungan Na, K, HCO<sub>3</sub> dan CO<sub>3</sub> rendah. Umumnya airtanah berasa payau hingga asin, berkualitas rendah dan tidak baik apabila digunakan sebagai air minum. Menurut Klossterman (1983), airtanah kelompok ini umumnya berasal dari daerah-daerah endapan rawa atau dataran delta. Tingginya kandungan Cl pada tipe ini menurut Todd (1980) berasal dari kristal-kristal garam yang terjebak dalam sedimentasi batuan selama periode kering. Kristal-kristal garam yang terjebak tersebut akhirnya larut dan mencemari airtanah yang ada di sekitarnya, sehingga tipe ini disebut pula sebagai air "evaporate". Airtanah kelompok ini diwakili oleh sampel-sampel dengan nilai DHL yang tinggi (>2500  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ ), yaitu sampel A.1 (3210  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ ), A.5 (2710  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ ) dan sampel A.19 (4800  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ ). Di daerah penelitian, airtanah tipe III ini kemungkinan berasal dari kristal-kristal garam air laut purba yang mengendap di atas batugamping dan terjebak oleh endapan aluvium vulkan Merapi Muda. Setelah sekian lama mengalami kontak dengan batuan dan airtanah di sekitarnya, maka akhirnya kristal garam tersebut larut dalam airtanah, sehingga airtanah menjadi payau-asin.

Tipe hidrokimia IV merupakan airtanah dengan komposisi campuran, kandungan  $\text{HCO}_3$  dan  $\text{CO}_3$  rendah hingga cukup tinggi, Ca dan Mg rendah, Na dan K sedang hingga cukup tinggi, serta Cl dan  $\text{SO}_4$  (terutama Cl) sedang hingga tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh proses pencampuran tanpa banyak kontaminasi dengan sulfat, selain itu ada gejala yang menunjukkan ke arah pertukaran kation. Airtanah kelompok ini umumnya berasa payau dengan kualitas buruk, dan kandungan Cl dan/atau  $\text{SO}_4$  tinggi. Airtanah dalam kelompok ini disebut pula sebagai air sulfat, karena umumnya mempunyai kandungan sulfat tinggi dan tidak sesuai untuk air minum. Airtanah kelompok ini diwakili oleh sampel A.13 (Bugel) yang bersifat sadah tetap.

Tipe hidrokimia Va merupakan airtanah tawar, berkualitas baik dan dapat dikonsumsi untuk keperluan sehari-hari. Namun demikian harus lebih berhati-hati manakala telah terjadi perubahan rasa airtanah, karena kelompok Va merupakan awal proses pertukaran kation pada kelompok V secara keseluruhan. Airtanah kelompok ini mempunyai komposisi hidrokimia yang diatur oleh proses pertukaran kation dan pencampuran dengan air "connate". Di daerah penelitian, kelompok Va diwakili oleh sampel A.8, A.26, A.32 dan A.36.

### Hidrostratigrafi

Hubungan antara jenis material dengan nilai resistivitasnya di daerah penelitian, disajikan dalam Tabel 6.

**Tabel 6. Hubungan Antara Resistivitas dan Jenis Material di Daerah Penelitian**

Resistivitas (ohm-meter)	Jenis Material Penyusun	Sifat
0 - 5	Campuran lempung, pasir dan kerikil tak terpilahkan yang jenuh dengan airtanah payau hingga asin	Permeabel (akuifer primer)
5 - 100	Campuran pasir, kerikil dengan sedikit lempung yang jenuh dengan airtanah tawar	Permeabel (akuifer primer)
100 - 1000	Batugamping porous di sebelah utara Rawa Jombor Sekis-filit selang-seling di sebelah timur dan selatan Rawa Jombor	Permeabel (akuifer sekunder)
> 1000	Batugamping keras dan kering di sebelah utara Rawa Jombor Sekis-filit keras di sebelah timur dan selatan Rawa Jombor	Impermeabel (bukan akuifer)

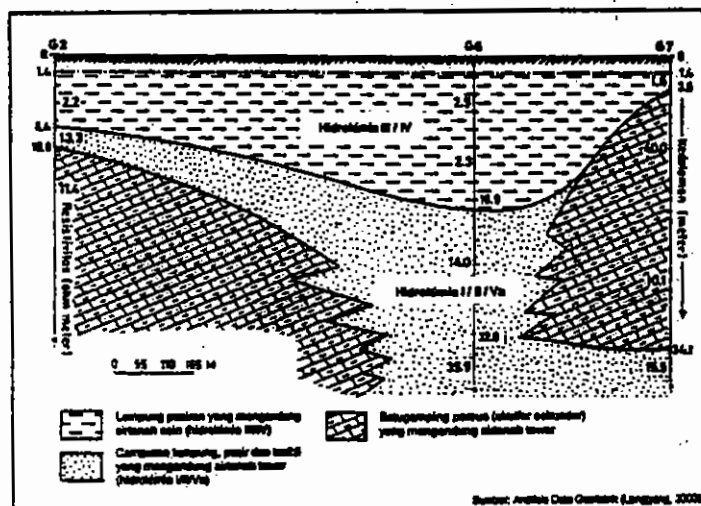
Sumber: Todd (1980), Zohdy (1980) dan Hasil Analisis (Langgeng, 2000)

Menurut Todd (1980) air asin selalu mempunyai resistivitas di bawah 1 ohm-meter, dan akuifer yang baik mengandung airtanah tawar nilainya dapat turun hingga terendah mencapai 2 ohm-meter. Akuifer yang tersusun oleh pasir dan kerikil yang jenuh air tawar nilainya minimal 15 hingga tertinggi 600 ohm-meter. Pada hampir setiap kedalaman <15 meter dengan nilai DHL > 2500  $\mu\text{hos/cm}$  (payau-asin), nilai resistivitas batuananya <5 ohm-meter. Airtanah yang terdapat di daerah penelitian

sedang airtanah tawar (DHL < 2500  $\mu$ mhos/cm dengan  $5 < \rho < 100$  ohm-meter). Hasil analisis pendugaan geolistrik disajikan dalam bentuk penampang hidrostratigrafi, yaitu Penampang I, II dan III berikut.

**Penampang I** (Gambar 5) terletak di bagian utara Rawa Jombor mulai dari Dusun Lebak (G2), Tanjungsari (G6) hingga Dusun Bendungan (G7) dengan jarak 1.260 meter. Lapisan pertama dimulai dari muka airtanah pada kedalaman  $\pm 1.4$  meter yang tersusun oleh campuran lempung pasir dan kerikil, dengan kandungan airtanah asin (nilai  $\rho$  antara 1.6 - 2.5 ohm-meter). Di Dusun Lebak kedalaman lapisan mencapai  $\pm 8.4$  meter, di Tanjungsari mencapai  $\pm 16.9$  meter, sedang di Dusun Bendungan hanya mencapai  $\pm 3.5$  meter. Hidrokimia airtanah pada lapisan ini termasuk dalam tipe III (air *evaporate*) atau tipe IV (air sulfat).

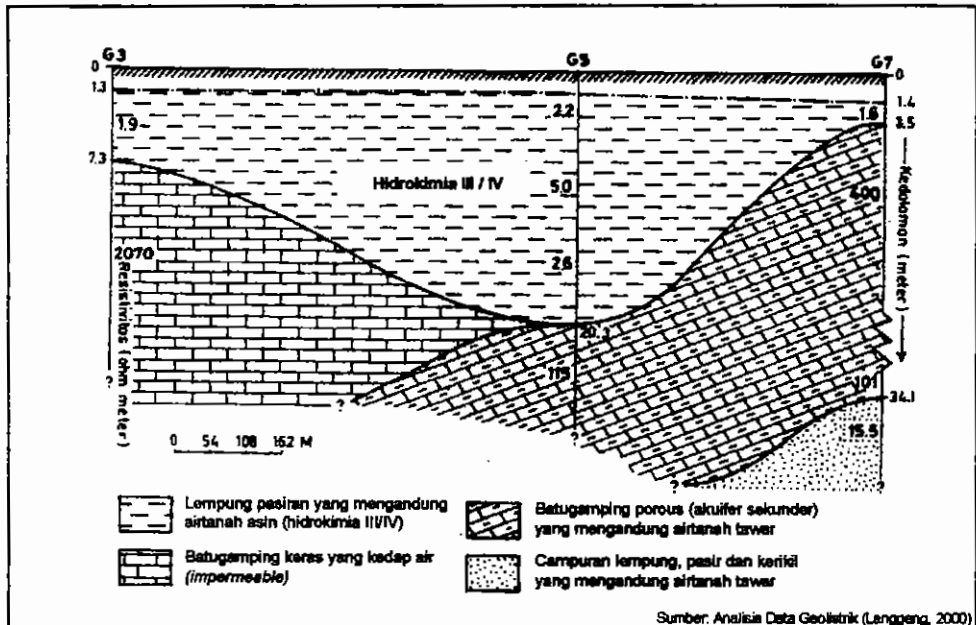
Lapisan kedua tersusun oleh material campuran lempung, pasir dan kerikil dengan kandungan airtanah tawar (nilai  $\rho$  antara 13.3 - 35.9 ohm-meter), dengan kedalaman di Dusun Lebak 8.4-10.8 meter, di Tanjungsari mulai 16.9 meter sampai >32.8 meter, sedang di Dusun Bendungan mulai 15.5 meter. Airtanah termasuk dalam hidrokimia tipe I dan II. Di bawah lapisan ini, khususnya di Dusun Lebak dan Bendungan dijumpai lapisan ketiga berupa batugamping yang bersifat porous (nilai  $\rho$  antara 101 - 400 ohm-meter) yang merupakan akuifer sekunder mulai pada kedalaman  $\pm 10.8$  meter di Lebak, dan di Bendungan kedalaman  $\pm 3.5$  hingga  $\pm 34.1$  meter. Airtanah pada lapisan ini termasuk airtanah tawar. Berdasar penampang tersebut hanya dijumpai tipe akuifer bebas, yang terdiri atas: akuifer bebas primer mengandung airtanah asin di bagian atas dan airtanah tawar di bagian bawah, dan akuifer sekunder yang berupa lapisan batugamping porous.



Gambar 5. Penampang Hidrostratigrafi I (Sebelah Utara Rawa Jombor : G.2-G.3-G.7)

I dan II. Di bawah lapisan ini, khususnya di Dusun Lebak dan Bendungan dijumpai lapisan ketiga berupa batugamping yang bersifat porous (nilai  $\rho$  antara 101 - 400 ohm-meter) yang merupakan akuifer sekunder mulai pada kedalaman  $\pm 10.8$  meter di Lebak, dan di Bendungan kedalaman  $\pm 3.5$  hingga  $\pm 34.1$  meter. Airtanah pada lapisan ini termasuk airtanah tawar. Berdasar penampang tersebut hanya dijumpai tipe akuifer bebas, yang terdiri atas: akuifer bebas primer mengandung airtanah asin di bagian atas dan airtanah tawar di bagian bawah, dan akuifer sekunder yang berupa lapisan batugamping porous.

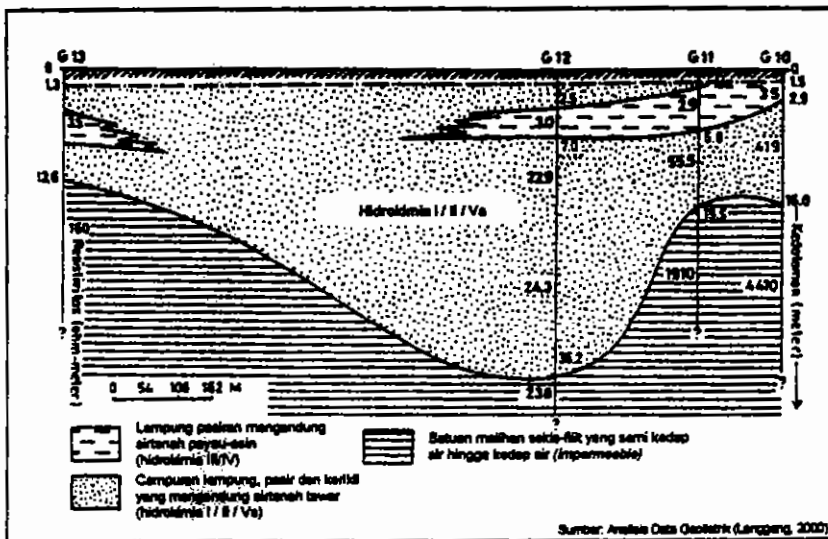
**Penampang II** (Gambar 6) juga terdapat di sebelah utara Rawa Jombor mulai dari Dusun Selorejo (G.3), Duwet (G.5) hingga Dusun Bendungan (G7). Seperti halnya pada penampang pertama, penampang kedua ini juga tersusun atas 3 (tiga) lapisan. Lapisan pertama berupa campuran endapan lempung pasir dan kerikil yang dimulai pada kedalaman  $\pm 1.3$  - 7.3 meter di Selorejo, dan di Duwet mencapai  $\pm 20.3$  meter. Lapisan ini seluruhnya mengandung airtanah payau-asin, dengan resistivitas antara 1,6 hingga 5 ohm-meter, dan termasuk dalam hidrokimia tipe III atau IV.



Gambar 6. Penampang Hidrostratigrafi II  
(Sebelah Utara Rawa Jombor: G.3 - G.5 - G.7)

Lapisan kedua berupa batugamping porous sebagai akuifer sekunder yang mengandung airtanah tawar (nilai  $\rho$  antara 101-400 ohm-meter), dengan kedalaman di Bendungan mencapai 3.5 - 34.1 meter, sedang di Duwet dijumpai mulai kedalaman 20.3 meter. Lapisan ketiga mulai dijumpai di Bendungan berupa endapan pasir-kerikil lepas pada kedalaman  $\pm 34.1$  meter, yang mengandung airtanah tawar (nilai  $\rho$  sebesar 15.5 ohm-meter). Lapisan batugamping keras yang bersifat impermeabel (nilai  $\rho$  sebesar 2070 ohm-meter) dijumpai mulai kedalaman 7.3 meter di Selorejo. Berdasar penampang tersebut kemungkinan terdapat 2 tipe akuifer, yaitu akuifer bebas (primer dan sekunder) dan akuifer tertekan. Akuifer tertekan kemungkinan dijumpai di bawah lapisan batugamping keras berupa material pasir dan kerikil yang jenuh airtanah tawar.

Penampang III (Gambar 7) terletak di sebelah selatan Rawa Jombor, mulai dari Dusun Jombor (G-13), Krakitan Lor (G-12), Nayan (G-11) hingga Brengosan (G-10). Berdasarkan penampang ini, akuifer di sebelah selatan Rawa Jombor tersusun atas 2 lapisan dengan ketebalan yang bervariasi. Lapisan pertama berupa endapan lempung-pasir-kerikil tak terpilahkan yang mengandung airtanah tawar (nilai  $\rho$  antara 22.5 - 55.5 ohm-meter), yang terdapat pada kedalaman  $\pm 1.5$  meter hingga  $\pm 13.6$  meter di Jombor, hingga  $\pm 36.2$  di Krakitan Lor dan hingga  $\pm 16$  meter di Nayan dan Brengosan. Airtanah termasuk hidrokimia tipe I dan II. Pada beberapa tempat di lapisan ini terdapat lensa airtanah asin (nilai  $\rho$  2.9 - 3.3 ohm-meter), yaitu pada kedalaman  $\pm 2$  hingga  $\pm 6.8$  meter di Nayan yang semakin ke arah barat semakin menipis ketebalannya. Lensa airtanah payau dijumpai di Dusun Jombor dengan nilai  $\rho$  sebesar 3.5 ohm-meter pada kedalaman 1.5 hingga 10 meter.



Gambar 7. Penampang Hidrostratigrafi III (Sebelah Selatan Rawa Jombor: G.10 - G.11 - G.12 - G.13)

Lapisan kedua tersusun oleh batuan malihan sekis-filit selang-seling dengan lensa-lensa pasir kuarsa. Nilai resistivitas yang bervariasi antara 160 hingga 238 ohm-meter, menunjukkan bahwa lapisan ini mengandung airtanah tawar. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya zona-zona retakan dan perlapisan pada batuan dasarnya, sehingga disebut akuifer sekunder.

Lapisan ketiga berupa batuan malihan sekis-filit yang relatif keras dan bersifat kedap air. Hal ini ditandai dengan nilai resistivitas yang tinggi mencapai 1910 hingga 4410 ohm-meter. Lapisan ini terdapat di Nayan dan Brengosan pada kedalaman 15.5 meter hingga tak tentu.

Berdasar pada penampang ketiga ini, di sebelah selatan Rawa Jombor hanya dijumpai tipe akuifer bebas. Akuifer bebas primer tersusun oleh endapan lempung, pasir dan kerikil, yang mengandung airtanah tawar dan lensa-lensa airtanah payau hingga asin; sedang akuifer sekunder tersusun oleh batuan sekis-filit lunak dengan banyak retakan dan foliasi, yang berada di bagian barat sisi selatan rawa.

### KESIMPULAN

- 1) Terdapat 2 tipe akuifer di daerah penelitian, yaitu akuifer bebas (*unconfined aquifer*) dan akuifer tertekan (*confined aquifer*).
  - a) Akuifer bebas dibagi menjadi 2, yaitu akuifer bebas utama (primer) yang tersusun oleh material endapan lempung berpasir endapan vulkanik Merapi Muda dengan ketebalan berbeda-beda pada setiap tempat; dan akuifer bebas sekunder yang tersusun oleh batugamping porous di bagian utara atau batuan skis-filit dengan banyak retakan dan sisipan kuarsa di bagian selatan Rawa Jombor. Pada endapan lempung pasir umumnya banyak dijumpai lensa-lensa atau jebakan-jebakan airtanah payau hingga asin, khususnya di bagian utara Rawa Jombor.
  - b) Akuifer tertekan berupa endapan pasir dan kerikil yang di atasnya dibatasi oleh lapisan batugamping keras yang kedap air (di bagian utara rawa pada kedalaman >20 meter), atau batuan malihan sekis-filit yang relatif kedap air pula (di bagian timur dan selatan rawa pada kedalaman >30 meter).
- 2) Tipe hidrokimia airtanah di daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 5 (lima), yaitu: tipe hidrokimia I (airtanah bikarbonat) dengan nilai DHL < 2500  $\mu\text{mhos/cm}$ , tipe hidrokimia II (airtanah semi karbonat) dengan nilai DHL < 2500  $\mu\text{mhos/cm}$ , tipe hidrokimia III (airtanah *evaporate*) dengan DHL 2500-4500  $\mu\text{mhos/cm}$  atau lebih, tipe hidrokimia IV (airtanah sulfat) dengan DHL 2500-4500  $\mu\text{mhos/cm}$ , dan tipe hidrokimia Va (awal pertukaran kation) dengan DHL < 2500  $\mu\text{mhos/cm}$ . Di antara kelima tipe tersebut, tipe III dan IV merupakan airtanah payau hingga asin, dan bersifat sadah tetap.



- 3) Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap variasi karakteristik airtanah di daerah penelitian adalah:
  - a) genesis daerah yang menunjukkan bekas laut purba, dan lingkungan pengendapan lithoral yang banyak meninggalkan sisa aktivitas laut;
  - b) kristal-kristal garam yang mengendap di atas batugamping dan terjebak dalam endapan sedimen aluvium vulkan Merapi Muda yang kemudian kontak dengan airtanah, menyebabkan larutnya mineral garam dalam airtanah, sehingga airtanah menjadi payau hingga asin; dan
  - c) variasi litologi penyusun serta stratigrafi yang kompleks menyebabkan terbentuknya lensa-lensa airtanah payau atau asin secara setempat-setempat dengan kedalaman yang bervariasi pula.
- 4) Penyebaran airtanah payau hingga asin sebagian besar terdapat di sebelah utara Rawa Jombor, yaitu di Dusun Tawang, Lebak, Bugel dan Tanjungsari.

#### REKOMENDASI

- 1) Bagi daerah-daerah yang mempunyai kasus airtanah payau dan/atau asin, seperti di Dusun Tawang, Lebak, Bugel dan Tanjungsari, harus lebih berhati-hati dalam memanfaatkan airtanah. Air minum sebaiknya diambilkan dari mataair-mataair terdekat atau sumur-sumur terdekat yang belum atau tidak tercemar oleh proses pelarutan garam dalam airtanah "air *evaporate*".
- 2) Bagi tempat-tempat dengan airtanah payau atau asin, apabila akan memanfaatkan airtanah untuk kebutuhan rumah tangga, harus diperhatikan dalam pembuatan sumur, yaitu dengan sistem sumur pompa atau sumur pantek, dengan kedalaman pipa disesuaikan dengan keterdapatannya airtanah tawar, yaitu:
  - a) di Dusun Tawang, pada kedalaman lebih dari 9,5 meter;
  - b) di Dusun Lebak, pada kedalaman lebih dari 10,8 meter;
  - c) di Dusun Bugel, pada kedalaman 1,9 - 7,8 meter atau lebih dari 18,4 meter;
  - d) di Dusun Duwet, pada kedalaman lebih dari 20,3 meter; dan
  - e) di Dusun Tanjungsari, pada kedalaman lebih dari 32,8 meter.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Prof. Dr. Ichlasul Amal, M.A. melalui Pembantu Rektor Bidang Administrasi Umum UGM yang telah memberikan bantuan dana penelitian MAK 5250 tahun 1999/2000; kepada Prof. Dr. Hardjono Sastrohamidjojo selaku Ketua Lembaga Penelitian UGM yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini; dan kepada Prof. Dr. Sutikno selaku pembimbing yang telah banyak memberikan saran dan pengarahan selama penelitian dan penyusunan laporan penelitian. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, amien.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bemmelen, R.W., van, 1949, *The Geology of Indonesia*, General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, Vol. IA, 2<sup>nd</sup> editions, Government Printing Office, The Haque
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979, *Groundwater*, Englewood Cliff, Prentice Hall Inc., New York
- Hadi Sutomo, 1990, Pendekatan Geologi Untuk Perencanaan Pengembangan Wilayah di Perbukitan Jiwo Bayat, *Tesis*, Program Studi Ilmu Lingkungan, Pascasarjana, UGM, Yogyakarta
- Hem, J.D., 1970, *Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water*, United State Government Printing Office, New York
- Kloosterman, F.H., 1983, *Reconnaissance Study of Groundwater Resources in the Kabupaten Cirebon*, Provincial Health Service Irectorate CDC, Bandung
- Langgeng Wahyu Santosa, 1998, Studi Hidrogeomorfologi sebagai Dasar Perencanaan Pemanfaatan Airtanah di Kabupaten Klaten Bagian Selatan, *Laporan Penelitian*, Lembaga Penelitian, UGM, Yogyakarta
- \_\_\_\_\_, 2000, Model Hidrostratigrafi dan Hidrokimia Untuk Penelusuran Genesis dan Tipe Akuifer di Lembah Rawa Jombor Kecamatan Bayat - Klaten, *Laporan Penelitian*, Lembaga Penelitian, UGM, Yogyakarta
- Purbo Hadiwidjojo, 1974, *Pertijobaan Pemetaan Hidrogeologi Tindjau di Daerah Garut dengan Menggunakan Dasar Satuan-satuan Geomorfologi*, Direktorat Geologi, Direktorat Djendral Pertambangan, Departemen Pertambangan, Jakarta
- Seyhan, Ersin, 1990, *Foundamental of Hydrology*, John Wiley and Sons, New York
- Soemarto C.D., 1986, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya
- Stuyfzand, P.J., 1986, *A New Hydro-chemical Classification of Water Types: Principles and Application to the Coastal Dunes Aquifer System of the Netherlands*, Salt Water Intrusion Meeting, Delf.
- Sutikno, 1992, Pendekatan Geomorfologikal Untuk Kajian Airtanah Dangkal di Daerah Perbukitan Sangiran, Sragen, Jawa Tengah, *Laporan Penelitian*, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta
- Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrology*, John Wiley and Sons, New York
- Zohdy, A.Ar., 1980, *Application of Surface Geophysics to Groundwater Investigation*, V.S. Department of the Interior

## Lampiran: Analisis Hasil Pendugaan Geolistrik di Daerah Penelitian

Titik	Rho ( $\Omega$ m)	Kdlm (m)	Perkiraan Lapisan		Perkiraan Airtanah	Zona
			Tebal (m)	Material		
G.1	14.1	2.0	-	Bahan kering	-	Aerasi
	15.6	3.1	Lapisan I (3.3)	Pasir dan kerikil jenuh air	Tawar	Akuifer bebas
	19.9	3.4			Payau	
	4.7	9.5	Lapisan II (6.1)	Lempung berpasir	Payau	Sekunder (bebas)
	51.6	?	Lapisan III	Gamping porous	Tawar	
9.0	1.5	-	Bahan kering	-	Aerasi	
G.2	2.2	8.4	Lapisan I (7.8)	Lempung berpasir	Asin	Akuifer bebas
	13.3	10.8	Lapisan II (4.5)	Pasir dan kerikil jenuh air	Tawar	
	19.2	12.9			Tawar	
	111.0	?	Lapisan III	Gamping porous	Tawar	Sekunder (bebas)
	30.4	1.5	-	Bahan kering	-	Aerasi
G.3	28.0	1.9	Lapisan I (1.3)	Pasir - kerikil jenuh	Tawar	Akuifer bebas
	1.9	7.3	Lapisan II (6.4)	Lempung berpasir	Asin	
	2070	?	Lapisan III	Gamping keras dan kering	-	
	13.6	1.5	-	Bahan kering	-	Aerasi
G.4	0.6	1.9	Lapisan I (1.8)	Lempung berpasir	Asin	Akuifer bebas
	16.1	7.8	Lapisan II (5.9)	Pasir-kerikil jenuh	Tawar	
	2.2	18.4	Lapisan III (10.6)	Lempung berpasir	Asin	
	160	?	Lapisan IV	Gamping porous	Tawar	Sekunder (bebas)
	7.6	0.5	-	Bahan kering	-	Aerasi
G.5	9.0	0.8	Lapisan I (0.7)	Lempung berpasir	Payau	Akuifer bebas
	2.2	3.1	Lapisan II (19.5)	Lempung berpasir	Asin	
	5.1	11.8			Asin	
	2.6	20.3	Lapisan III	Gamping porous	Tawar	Sekunder
	115	?	-	Bahan kering	-	Aerasi
G.6	23.7	1.0	-	Bahan kering	-	Aerasi
	12.3	1.5	Lapisan I (0.7)	Pasir-kerikil-lempung tak terpilahkan	Payau	Akuifer bebas
	2.5	10.1	Lapisan II (22.9)	Lempung berpsir	Asin	
	2.3	16.9			Payau	
	6.5	24.4	Lapisan III (8.4-?)	Pasir-kerikil-lempung	Payau	
	14.0	32.8	Lapisan IV	Pasir-kerikil jenuh	Tawar	
35.9	?	-	Bahan kering	-	Aerasi	
G.7	12.5	1.0	-	Bahan kering	-	Aerasi
	7.4	1.4	Lapisan I (3.3)	Lempung berpsir	Payau	Akuifer bebas
	1.6	3.5			Asin	
	400.0	17.9	Lapisan II (14.4)	Batugamping porous	Tawar	Sekunder (bebas)
	101.0	34.1	Lapisan III (66.4)	Pasir-kerikil jenuh	Tawar	Akuifer bebas
	15.5	84.3			Tawar	
	12.4	?			Lapisan IV	

G.8	5.9	0.1	-	Bahan kering	-	Aerasi
	5.7	0.4				
	18.8	0.6				
	157	1.3	Lapisan I (0.7)	Gamping porous	Tawar	Sekunder (bebas)
	3020	5.3	Lapisan II (>67.5)	Batugamping keras	-	Kedap air
2320	68.8					
G.9	21.2	0.5	-	Bahan kering	-	Aerasi
	36.9	0.7				
	8.6	2.1				
	5970	31.0	Lapisan II (>28.9)	Metamorf sekis-filit keras dan kering	-	Kedap air
	131	?	Lapisan III	Metamorf lunak	Tawar	Tertekan
G.10	14.9	0.1	-	Bahan kering	-	Aerasi
	18.8	1.1				
	3.3	2.9				
	41.9	8.4	Lapisan II (13.1)	Pasir-kerikil jenuh	Tawar	
	13.0	16.0			Payau	
	193.0	26.0	Lapisan III (>10)	Metamorf lunak	Tawar	Sekunder (bebas)
4410	?	Lapisan IV	Metamorf keras	-	Kedap air	
G.11	17.9	0.1	-	Bahan kering	-	Aerasi
	20.0	1.3				
	2.9	6.8				
	55.5	11.5	Lapisan II (18.7)	Pasir-kerikil jenuh	Tawar	
	77.6	15.5				
1910	?	Lapisan III	Metamorf keras	-	Kedap air	
G.12	17.6	0.1	-	Bahan kering	-	Aerasi
	19.6	1.7				
	8.9	7.0				
	22.9	14.3	Lapisan II (29.2)	Pasir-kerikil jenuh	Tawar	
	24.3	36.2				
238	?	Lapisan IV	Metamorf lunak	Tawar	Sekunder (bebas)	
G.13	288	0.1	-	Bahan kering	-	Aerasi
	439	0.7				
	216	3.5				
	15.6	13.6	Lapisan I	Pasir-kerikil jenuh	Tawar	Akuifer bebas
	160	54.6	Lapisan II	Metamorf lunak	Tawar	Sekunder (bebas)
	55.2	94.6	Lapisan III	Pasir-kerikil jenuh	Tawar	Akuifer bebas
264	?	Lapisan IV	Metamorf lunak	Tawar	Sekunder (bebas)	

Sumber: Hasil Analisis Gambar 5 sampai Gambar 8 (Langgeng, 2000)