

STUDI AKUIFER PADA BENTANGLAHAN KEPESISIRAN KABUPATEN KULONPROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh
Langgeng Wahyu Santosa

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

INTISARI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari tipe dan karakteristik akuifer pada bentanglahan kepebisiran di Kabupaten Kulonprogo. Metode yang dipakai untuk mempelajari tipe dan karakteristik akuifer dalam penelitian ini adalah penyusunan model hidrostratigrafi yang didasarkan pada hasil survei geolistrik dengan metode Schlumberger. Titik pengukuran ditentukan secara purposive sampling pada setiap satuan geomorfologi kepebisiran, meliputi: gump pasir, beting gisik, dan dataran fluviomarin. Penampang hidrostratigrafi disusun dengan cara merekonstruksi per lapisan batuan berdasarkan nilai resistivity semu material hasil pendugaan geolistrik. Rekonstruksi dilakukan untuk beberapa titik pendugaan secara memanjang pada setiap satuan geomorfologi yang ada, juga secara cross section yang melintasi variasi satuan geomorfologi kepebisiran yang ada di daerah penelitian. Sistem dan tipe akuifer dianalisis dengan mendasarkan pada model hidrostratigrafi yang telah disusun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem akuifer di daerah penelitian terdiri atas akuifer bebas (unconfined aquifer) berupa lapisan pasir jenuh airtanah tawar, yang dibatasi oleh aquitard berupa lapisan lempung, napal dan pasir halus yang mengandung airtanah payau. Berdasarkan penampang hidrostratigrafinya, ternyata satuan geomorfologi gump pasir dan beting gisik merupakan suatu akuifer yang baik dan potensial, tetapi bersifat setempat menyerupai kantong airtanah. Akuifer ini merupakan suatu sistem yang terpisah dari sistem akuifer dataran fluviomarin (bekas laguna) di bagian utaranya. Pada sistem akuifer gump pasir dan beting gisik, lapisan pasir mengandung airtanah tawar dijumpai hingga kedalaman ± 40 meter dari permukaan tanah, dengan tahanan jenis antara 75 hingga 170 ohm-meter. Bagian bawahnya didasari oleh aquitard yang jenuh airtanah payau. Sementara pada satuan dataran fluviomarin bagian barat (di sebelah timur Sungai Serang), sistem akuifer

Lapisan atas pada sistem akuifer ini tersusun oleh material lempung dan pasir halus mencapai kedalaman hingga ± 10 meter; dengan tahanan jenis berkisar antara 5 hingga 25 ohm-meter; sedangkan bagian bawahnya tersusun oleh lempung dan pasir halus jenuh airtanah payau dengan tahanan jenis antara 1.4 hingga 3.3 ohm-meter. Pada satuan dataran fluviomarin bagian timur (di sebelah barat Sungai Progo), lapisan atas tersusun oleh material pasir dengan sedikit lanau dan lempung jenuh airtanah tawar hingga kedalaman ± 40 meter; dengan tahanan jenis antara 22 hingga 50 ohm-meter. Bagian bawahnya tersusun oleh lapisan lempung napal jenuh airtanah payau dengan tahanan jenis antara 2.1 hingga 4.2 ohm-meter.

Kata kunci : *Akuifer, Resistivity, Hidrostratigrafi*

PENDAHULUAN

Latar Belakang Penelitian

Pembentukan akuifer melalui proses yang berlangsung sangat lama, seiring dengan proses geologis yang menyusun dan membentuk morfologi suatu daerah. Akuifer terbentuk sebagai lapisan yang relatif homogen dan mempunyai aspek geometri yang sederhana (Freeze dan Cherry, 1979). Genesis (proses masa lampau) dan karakteristik batuan penyusun suatu daerah sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan akuifer dan tipe akuifer yang terbentuk. Kondisi akuifer sangat berpengaruh terhadap karakteristik airtanah yang dikandungnya. Salah satu fenomena yang menarik untuk dikaji adalah akuifer pada suatu bentanglahan kepeosisiran (*coastal landscape*).

Bentanglahan kepeosisiran merupakan bentangan di permukaan bumi yang terdapat di sekitar pantai, mulai dari zona pecah gelombang ke arah daratan sampai pada suatu daerah yang masih dipengaruhi oleh aktivitas laut. Bentanglahan kepeosisiran di Kabupaten Kulonprogo sebagai daerah penelitian, meliputi: gumuk pasir (*sand dunes*), beting gisik (*beach ridge*), dan dataran fluviomarin (*fluvio marine plain*) bekas laguna. Berdasarkan genesis dan karakteristik geomorfologinya, ketiga satuan geomorfologi tersebut tentunya berpengaruh terhadap karakteristik akuifer yang bervariasi pula.

Kenyataan yang ada di daerah penelitian, bahwa kondisi airtanah mempunyai kisaran nilai daya hantar listrik (DHL) yang bervariasi. Airtanah payau seringkali dijumpai pada satuan dataran fluviomarin, yang keterdapatannya bersifat lokal di seluruh daerah penelitian. Hariyanto (1988) pernah melakukan pengukuran nilai DHL airtanah pada dataran rawa belakang antara Sungai Bogowonto hingga Sungai Serang, yang menunjukkan variasi nilai pada 9 titik pengukuran berkisar antara 354 hingga 2.742 $\mu\text{mhos/cm}$. Hasil analisis tipe hidrokimia airtanah mengikut cara Stuyfzand (1986), menunjukkan bahwa pada airtanah dengan nilai DHL yang cukup tinggi ($>1.200 \mu\text{mhos/cm}$) sudah termasuk dalam tipe Fb3-CaCl- hingga Fb4-CaMix+. Hal ini mengindikasikan bahwa airtanah berasa agak payau

yang tinggi dimungkinkan karena proses pelarutan yang intensif dari material lempung penyusunnya, yang kemudian mengalami pertukaran ion dengan air laut (NaCl) yang terjebak saat terjadinya sedimentasi pada laguna. Proses ini pada akhirnya membentuk air fosil (*connate water*).

Suwantinawati (1997) juga pernah melakukan penelitian airtanah payau pada dataran rawa belakang antara Sungai Serang hingga Sungai Progo. Nilai DHL airtanah terukur pada 10 titik pengukuran bervariasi antara 504 hingga 7.810 $\mu\text{mhos/cm}$. Berdasarkan hasil analisis tipe hidrokimia airtanah dengan metode *Square Piper Diagram* (Klosterman, 1983), sebagian besar airtanah di daerah penelitian tersebut termasuk kelompok III (*evaporate water*) dan kelompok IV (*sulfate water*). Air evaporasi merupakan airtanah yang berasa payau hingga asin, kadang berbau, dan umumnya berasal dari lingkungan pengendapan marin (laguna). Proses evaporasi air laut pada laguna menyebabkan kristal-kristal garam mengendap dan terjebak pada proses pengendapan pada laguna. Akhirnya kristal-kristal garam tersebut mencemari atau larut ke dalam airtanah, sehingga airtanah berasa payau hingga asin. Air sulfat merupakan airtanah yang ditandai dengan kandungan sulfat yang tinggi, bersifat sadah dan berkualitas buruk. Kandungan sulfat yang tinggi berasal dari penyerapan air laut atau penyerapan dari air konat (berasa asin) pada saat proses pengendapan. Sementara pengecekan nilai DHL airtanah pada satuan beting gisik pantai dan gumuk pasir menunjukkan nilai yang rendah ($<700 \mu\text{mhos/cm}$), airtanah berasa tawar, jernih, tidak berbau dan berkualitas baik sebagai sumber air bersih.

Karakteristik airtanah merupakan respon atau tanggapan dari kondisi akuifer penyusunnya, karena airtanah terdapat pada pori-pori batuan penyusun akuifer. Berdasarkan permasalahan variasi kondisi airtanah di daerah penelitian, maka dapat dirumuskan suatu pertanyaan penelitian: "*Bagaimana tipe dan karakteristik akuifer pada setiap satuan geomorfologi wilayah kepebisiran yang ada di daerah penelitian?*"

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari tipe dan karakteristik akuifer pada setiap satuan geomorfologi yang ada di daerah penelitian. Untuk dapat menjawab tujuan tersebut, maka dilakukan rekonstruksi perlapisan material penyusun akuifer berdasarkan pada perbedaan nilai tahanan jenis (*resistivity*) batuan hasil survei geolistrik, pada setiap bentangan satuan geomorfologi wilayah kepebisiran di daerah penelitian.

KERANGKA PEMIKIRAN TEORETIS

Tinjauan Pustaka

Akuifer (*aquifer*) adalah formasi batuan yang dapat menyimpan dan melalukan air dalam jumlah yang cukup (Todd, 1980; Fetter, 1988). Pasir yang tidak memadat (*unconsolidated*), kerikil (*gravel*), batupasir, batugamping dan dolomit berongga-rongga

contoh akuifer (Fetter, 1988). Berdasarkan struktur geologi penyusunnya, maka akuifer dan airtanah dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu akuifer bebas (*unconfined aquifer*), akuifer semi tertekan (*semi confined aquifer*), dan akuifer tertekan (*confined aquifer*) (Todd, 1980).

Menurut Fetter (1988), variasi litologi penyusun dan struktur geologi akan berpengaruh terhadap karakteristik akuifer, potensi dan dinamika airtanah di dalamnya. Struktur geologi yang tersusun oleh lapisan batuan yang berbeda, berpengaruh terhadap tipe dan karakteristik akuifer yang mungkin berbeda antara satu tempat dengan tempat lainnya. Sebagai contoh batupasir yang terdapat di Wisconsin merupakan lapisan akuifer dengan permeabilitas tinggi, sedang di Illinois sebagai lapisan tertekan dengan permeabilitas rendah. Sementara struktur batupasir yang mendasari Gua Rampart di Arizona Barat-Laut membentuk akuifer melayang (*perched aquifer*). Lebih lanjut Fetter (1988) menyatakan bahwa struktur batuan sedimen dapat membentuk sistem hidrogeologi yang kompleks, baik sebaran lokasi dari daerah tangkapan, daerah penurapan maupun sistem aliran airtanah. Akibat proses sedimentasi lempung, maka terjadi penghambatan aliran airtanah, yang bergantung pada kondisi material penyusun. Sedimentasi material berukuran lebih halus seperti lempung (*clay*), mengakibatkan nilai permeabilitas rendah.

Berdasar berbagai konsep dan pemikiran di atas, jelas memberikan gambaran bahwa faktor litologi dan struktur geologi sangat berpengaruh terhadap tipe dan karakteristik akuifer suatu wilayah. Tidak mengabaikan aspek klimatologi, kondisi akuifer tertentu jelas akan berpengaruh terhadap karakteristik, potensi dan dinamika atau gerakan airtanah di dalam akuifer tersebut. Berbagai metode yang diterapkan untuk penelusuran kondisi akuifer telah banyak dilakukan. Menurut Todd (1959) dalam Walton (1970), faktor litologi, struktur geologi dan stratigrafi merupakan informasi penting dalam evaluasi sumberdaya airtanah. Informasi ini penting dalam geomorfologi untuk mengkaji akuifer dan airtanah yang menekankan pada satuan geomorfologi sebagai dasar analisisnya. Sementara untuk dapat menentukan ketebalan dan jenis akuifer pada suatu daerah dapat digunakan metode survei geolistrik. Survei geolistrik merupakan salah satu cara penelitian dari permukaan tanah untuk mengetahui lapisan-lapisan batuan atau material penyusun akuifer. Survei geolistrik menggunakan prinsip bahwa setiap materi atau bahan 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 survei geolistrik dapat disusun atau direkonstruksikan susunan perlapisan batuan secara vertikal, dan dapat ditentukan tipe dan karakteristik akuifer penyusun suatu daerah.

Landasan Teori

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah kondisi akuifer yang mengandung airtanah payau. Kondisi airtanah payau sering dijumpai pada bentanglahan yang secara genesis

merupakan bekas laguna. Aspek-aspek penting yang termasuk dalam kajian akuifer dan airtanah adalah kondisi geologi (struktur, stratigrafi dan litologi), kondisi geomorfologi (morfologi, morfostruktur, morfogenesis atau morfoproses), siklus hidrologi yang berpengaruh terhadap perputaran dan perubahan air di bumi, dan mekanika fluida yang berkaitan dengan pergerakan airtanah dalam berbagai lapisan batuan. Faktor-faktor tersebut akan berpengaruh terhadap karakteristik dan agihan akuifer dan airtanah.

Struktur geologi akan berpengaruh terhadap arah gerakan airtanah, tipe dan potensi akuifer. Stratigrafi yang tersusun oleh beberapa lapisan batuan akan berpengaruh terhadap jenis akuifer, kedalaman dan ketebalan akuifer, serta kedudukan airtanah. Jenis dan umur batuan akan berpengaruh terhadap konsentrasi ion terlarut, yang dapat menentukan kualitas airtanah. Di samping itu, juga akan mempengaruhi nilai koefisien permeabilitas akuifernya. Morfologi yang menentukan ukuran dan bentuk dari relief permukaan bumi, akan berpengaruh terhadap keterdapatn, kejadian dan arah gerakan airtanah, khususnya airtanah bebas. Perubahan topografi permukaan akan berpengaruh terhadap arah gerakan dan kedalaman muka freatik airtanah bebas. Morfogenesis akan berpengaruh terhadap permeabilitas, porositas, infiltrasi, agihan dan luas daerah imbuhan (*recharge area*) yang merupakan suplai airtanah, dan berpengaruh pula terhadap proses pembentukan akuifer. Morfostruktur juga berpengaruh terhadap kedudukan muka freatik, arah gerakan airtanah, dan tipe akuifer. Morfokronologi berpengaruh terhadap kualitas dan cadangan airtanah, serta evolusi bantanglahan yang berpengaruh terhadap ketersediaan airtanah dari segi kuantitas (kemampuan akuifer untuk menyimpan airtanah) dan agihan secara spasial.

CARA PENELITIAN

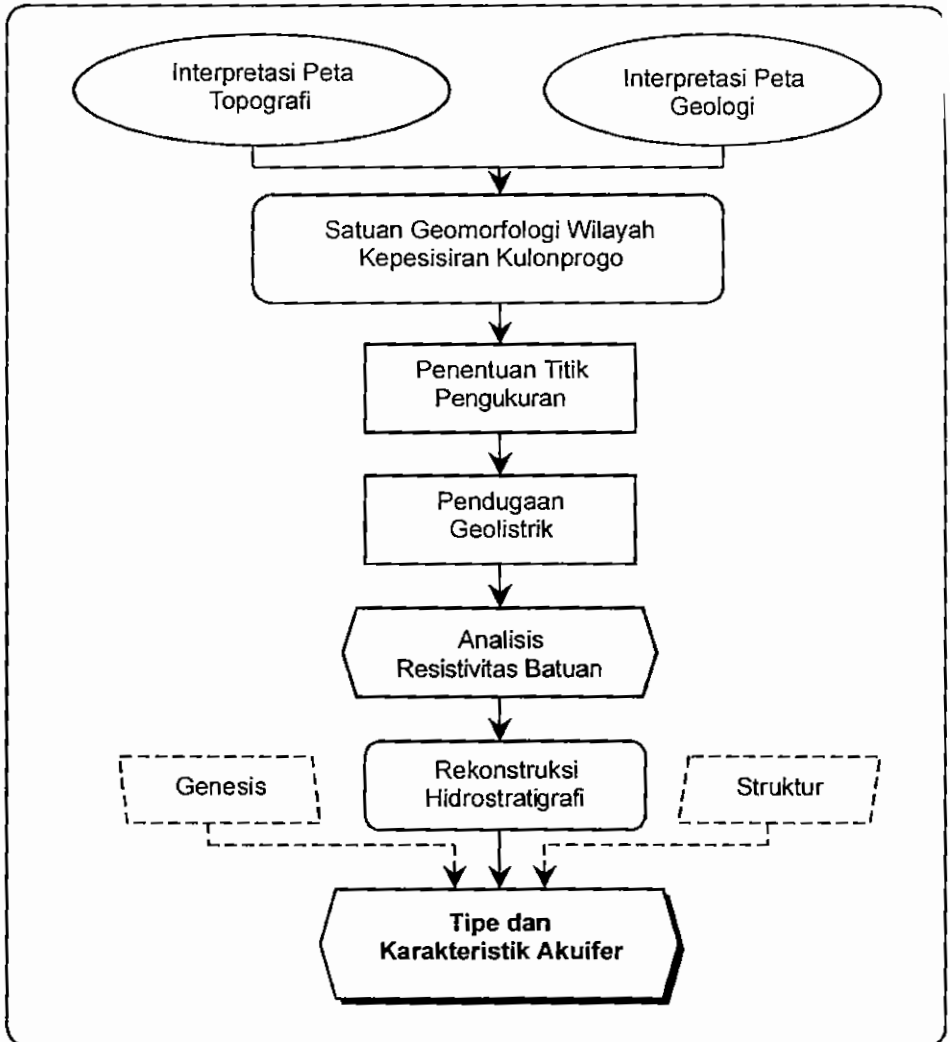
Bahan dalam penelitian ini meliputi: Peta Rupa Bumi skala 1:25.000 tahun 2002, Peta Geologi skala 1:100.000 tahun 1995, dan sampel airtanah daerah penelitian. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat survei geolistrik, pita meter dan GPS, serta komputer untuk analisis data geolistrik dengan perangkat lunak *O'Neill Schlumberger*.

Langkah penelitian mulai dari penyusunan peta dasar, survei lapangan, analisis data dan penyajiannya. Langkah-langkah penelitian ini disusun dalam bentuk diagram alir seperti disajikan pada Gambar 1.

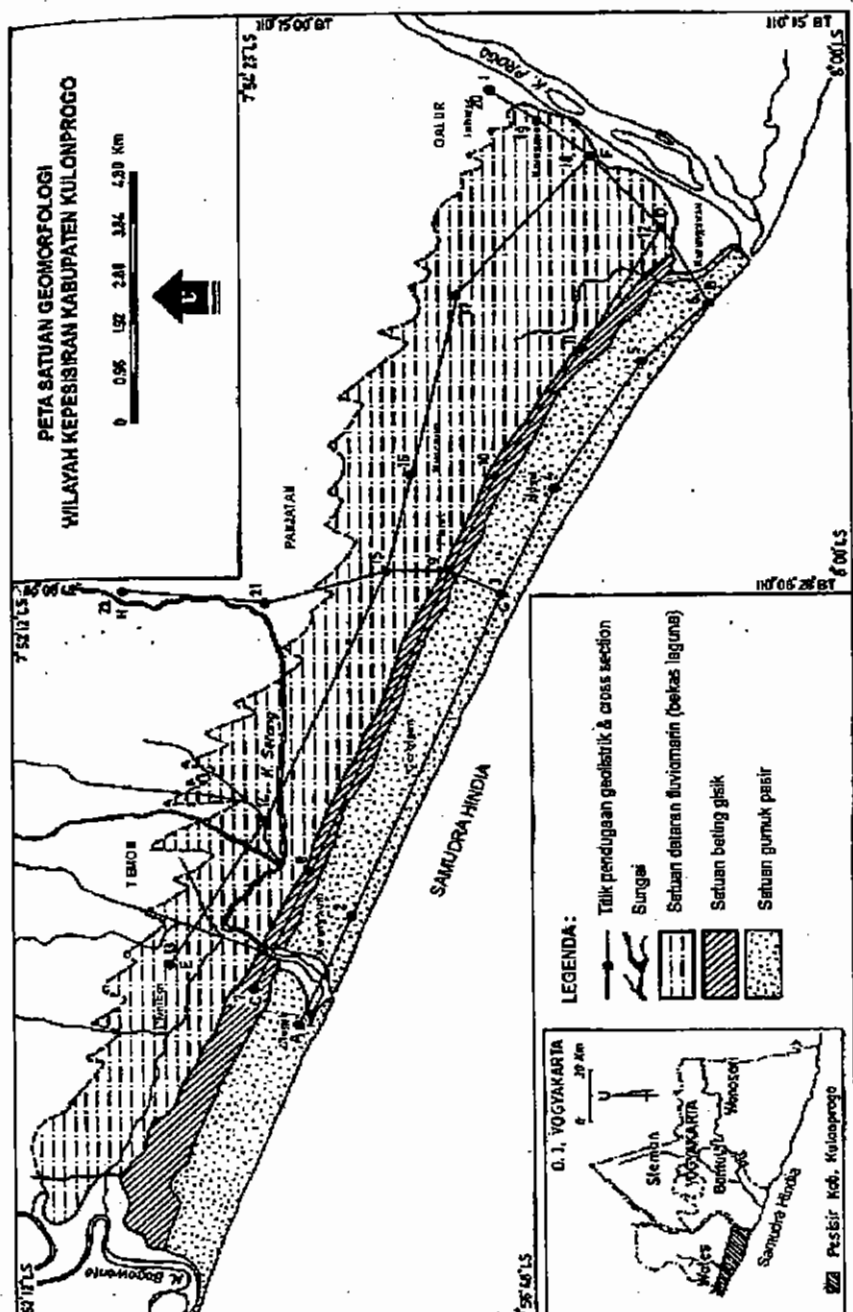
Titik pengujian geolistrik ditentukan secara *purposive sampling*, sedemikian rupa membentuk suatu jalur yang membentang pada setiap satuan geomorfologi atau memotong ketiga satuan geomorfologi, yaitu: satu jalur pada satuan gump pasir, satu jalur pada satuan beting gisik, satu jalur pada satuan dataran fluviomarin, dan dua jalur arah utara selatan memotong ketiga satuan geomorfologi di bagian barat dan timur daerah penelitian, seperti disajikan pada Gambar 2.

Untuk mengetahui tipe dan karakteristik akuifer penyusun ketiga satuan geomorfologi di atas maka dilakukan analisis hidrostratigrafi, yaitu penyusunan model rekonstruksi lapisan-lapisan batuan penyusun akuifer. Analisis ini didasarkan pada nilai tahanan jenis

menganut cara *O'Neill Schlumberger*, yaitu pendugaan untuk mengetahui lapisan-lapisan batuan ke arah dalam secara vertikal (Zohdy, 1980). Di samping itu juga dilakukan analisis deskriptif-komparatif untuk mempelajari perbedaan tipe dan karakteristik akuifer, didasarkan pada model hidrostratigrafi yang dikaitkan dengan informasi stratigrafi batuan dan morfogenesis daerah penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Tahap Penelitian



Gambar 2. Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian dan Titik-titik Pendugaan Geolistrik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geomorfologi Daerah Penelitian

Berdasarkan kondisi geomorfologinya, fenomena bentanglahan di wilayah kepesisiran Kabupaten Kulonprogo dapat dikelompokkan ke dalam 3 satuan geomorfologi, yaitu: satuan gumuk pasir, beting gisik, dan dataran fluviomarin (Soenarso, dkk., 1993; Langgeng, 2001).

Satuan *Gumuk Pasir (Sand Dunes)*. Gumuk pasir merupakan satuan asal proses aktivitas angin (*aeolin depositional landform*). Lahan ini dapat terbentuk jika ada material klastik dan lepas-lepas seperti pasir dan tenaga angin yang kuat untuk memindahkan material tersebut. Proses ini juga dikenal dengan *deflation processes*. Menurut Zuidam (1986), lahan ini biasanya terbentuk di wilayah beriklim kering atau di kawasan pesisir. Beberapa karakteristik gumuk pasir menurut Zuidam (1986) adalah: relief-morfologi pendek, permukaan dengan lereng curam dan topografi iregular; terjadi proses pengangkutan pasir oleh angin; material utama berupa pasir; tanah belum terbentuk secara nyata; air permukaan sedikit atau cenderung tidak ada, airtanah cukup, drainase sangat baik; vegetasi atau *land use* pada dasarnya tidak ada, tetapi di kaki gumuk yang tinggi beberapa vegetasi dimungkinkan tumbuh dengan baik.

Satuan *Beting Gisik (Beach Ridges)*. Beting gisik merupakan bentanglahan yang cukup berkembang, sehingga pada kebanyakan tempat satuan ini telah dimanfaatkan sebagai lahan permukiman. Beting gisik di daerah penelitian umumnya hanya tunggal (satu jalur). Satuan ini mempunyai topografi yang relatif datar atau sedikit berombak, relief teratur, dan didominasi oleh material pasir dengan ukuran lebih halus dibanding pada satuan gumuk pasir, yang bercampur dengan sedikit debu dan lempung pada bagian atas. Kondisi ini menyebabkan akuifer pada satuan ini cukup baik, airtanah dangkal dan berasa tawar, sehingga banyak dimanfaatkan oleh penduduk untuk sumber air bersih, yaitu dengan membuat sumur-sumur gali biasa atau dengan sumur pompa. Pada satuan ini sebagian lahan atau pekarangannya ditanami berbagai jenis tanaman perkebunan, buah-buahan dan polowijo.

Satuan *Dataran Fluviomarin (Fluviomarine Plain)*. Dataran fluviomarin merupakan satuan hasil perkembangan laguna. Penutupan mulut teluk atau muara sungai mengakibatkan terbentuknya genangan yang terpisah dengan air laut. Genangan ini menurut Clark (1974) mengalami pendangkalan karena terjadinya akumulasi berbagai material pada tempat ini tanpa disertai sistem drainase. Akibat proses sedimentasi dari daratan lebih lanjut, maka laguna ini tertutup dan menjadi daratan; atau akibat aktivitas manusia, genangan ini kemudian diatus sehingga dapat kering dan dapat dijadikan lahan pertanian. Elevasi yang lebih rendah mengakibatkan lahan ini menjadi sasaran deposisi material tererosi dari lahan di sekitarnya, yaitu dari perbukitan sekitar. Berdasarkan hasil pengamatan profil tanah pada satuan ini dijumpai adanya fraksi lempung yang mendominasi horizon-horison tanah. Jalur ini merupakan daerah yang relatif lebih rendah dari sekitarnya, dan kondisi lahan


air permukaan (yang memang mempunyai debit aliran yang potensial sebagai sumber air irigasi, seperti Sungai Bogowonto, Serang, Progo, dan sungai-sungai kecil lainnya). Satu permasalahan penting yang cukup banyak dijumpai di daerah penelitian adalah bahwa pada satuan ini seringkali mengalami penggenangan saat musim penghujan, terkadang terjadi intrusi air laut yang masuk melewati muara sungai pada saat laut pasang. Asal mula bekas genangan air laut (*lagoon*), maka pada beberapa tempat dijumpai airtanah payau atau asin, seperti di daerah Bugel, Panjatan, Pleret, Bojong, Tirtorahayu hingga Brosot. Menurut Ismidasi (1989), Suwantinawati (1997) dan Langgeng (2001), airtanah payau tersebut merupakan air fosil (*connate water*) yang telah mengalami pertukaran kation dengan mineral Ca dalam material sedimen lempung yang terendapkan pada bekas laguna tersebut.

Typo dan Karakteristik Akuifer Daerah Penelitian


Materi Penyusun Akuifer

Berdasarkan data survei geolistrik (Ismidasi, 1989; Soenarso, dkk., 1993; dan Langgeng, 2001), yang kemudian dianalisis dengan perangkat lunak *O’Neill Schlumberger*, serta hasilnya dikalibrasi berdasar data bor, maka dapat dirumuskan dan diketahui jenis dan perlapisan material penyusun akuifer di daerah penelitian, seperti disajikan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Klasifikasi Material Penyusun dan Resistivity pada Satuan Gumuk Pasir dan Beting Gisik


Kedalaman Rerata Lapisan (meter dpt)		Resistivity (ohm-meter)	Material Penyusun
2 – 7		620 – 1200	Pasir kering (aeration zone)
7 – 40		75 – 160	Pasir jenuh airtanah tawar (akuifer)
25 – ≥40		± 2	Lempung, lanau dan pasir halus jenuh airtanah payau (aquitard)

Tabel 2. Klasifikasi Material Penyusun dan *Resistivity* pada Satuan Rawa Belakang (Bagian Barat)

Kedalaman Rerata Lapisan (meter dpt)		Resistivity (ohm-meter)	Material Penyusun
1 – 5		5 – 25	Pasir, lanau dan lempung (aeration zone)
5 – 10		4,5 – 6.5	Pasir, lanau dan lempung jenuh airtanah payau (aquifer)
5 – ≥10		1,1 – 2	Lempung dan lanau jenuh airtanah payau (aquitrad)

Sumber: Ismidasi (1989); Soenarso, dkk. (1993); Langgeng (2001); Cek Lapangan (2004)

Tabel 3. Klasifikasi Material Penyusun dan *Resistivity* pada Satuan Rawa Belakang (Bagian Timur)

Kedalaman Rerata Lapisan (meter dpt)		Resistivity (ohm-meter)	Material Penyusun
2 – 4		8 – 25	Pasir, lanau dan lempung (aeration zone)
5 – 60		30 – 60	Pasir sedikit lanau dan lempung jenuh airtanah tawar (aquifer)
40 – ≥60		3.6 – 4	Lempung dan lanau jenuh airtanah payau (aquitrad)

Sumber: Ismidasi (1989); Soenarso, dkk. (1993); Langgeng (2001); Cek Lapangan (2004)

Berdasar hasil analisis tersebut dapat dinyatakan bahwa secara umum di daerah penelitian pada kedalaman antara 5 hingga 40 meter tersusun oleh akuifer bebas (*unconfined aquifer*) berupa material pasir jenuh airtanah tawar, dengan sisipan-sisipan endapan lempung dan lanau yang berperan sebagai lapisan semi kedap air (*aquitard*). Di bawah lapisan ini hingga kedalaman tertentu dapat disebut sebagai akuifer semi tertekan (*semi*

confined aquifer). Akuifer bebas tersusun oleh material pasir hingga pasir berdebu sedikit berlempung yang jenuh dengan airtanah tawar, dengan nilai tahanan jenis batuan berkisar antara 30 hingga 160 ohm-meter. Kedalaman lapisan ini bervariasi, yaitu pada satuan gumuk pasir dan beting gisik berkisar 7 sampai 40 meter, dataran fluviomarin di bagian barat berkisar 5 sampai 10 meter, dan di bagian timur berkisar 5 sampai 60 meter. Lapisan akuitard yang berupa sisipan-sisipan endapan lempung dan lanau umumnya mengandung airtanah payau, dengan nilai tahanan jenis batuan berkisar 1,1 hingga 4 ohm-meter. Keterdapatannya lapisan ini juga bervariasi, yaitu pada satuan gumuk pasir dan beting gisik mulai pada kedalaman 25 hingga 40 meter, pada satuan dataran fluviomarin bagian barat mulai kedalaman 5 hingga 10 meter, sedang di bagian timur mulai kedalaman 40 hingga 60 meter.

Hidrostratigrafi Akuifer

Berdasarkan data hasil survei geolistrik yang kemudian dianalisis jenis material penyusun akuifer dan ketebalannya di atas, maka selanjutnya dapat disusun atau direkonstruksi hidrostratigrafi akuifer di daerah penelitian.

1) Hidrostratigrafi Akuifer pada Satuan Gumuk Pasir

Hidrostratigrafi ini merupakan penampang dengan arah barat ke timur sejajar pantai dimulai dari Karangwuni di Kecamatan Temon sampai Karangsewu di Kecamatan Galur, melewati Pleret dan Bugel, Kecamatan Panjatan, seperti disajikan pada Gambar 3 (Penampang A-B).

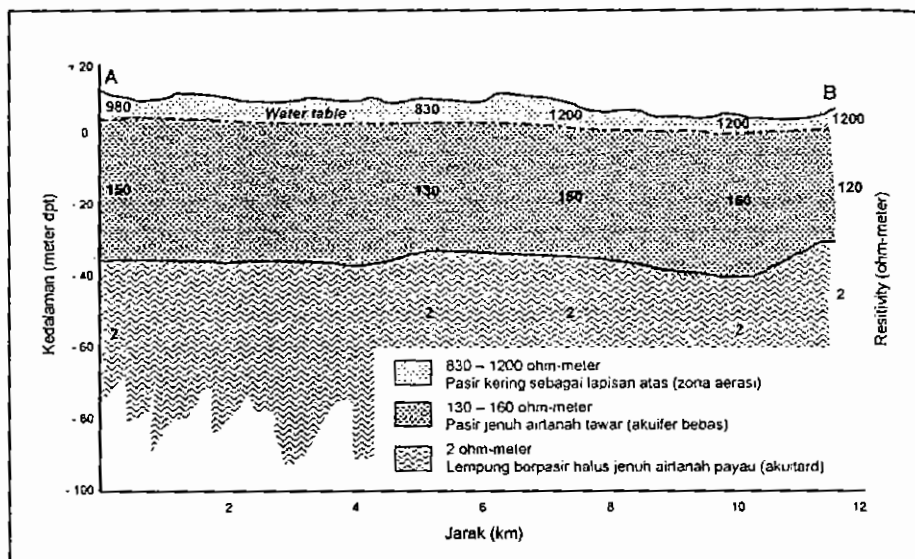
Berdasarkan hasil rekonstruksi, ternyata secara umum pada satuan gumuk pasir tersusun atas 3 lapisan. Lapisan pertama berupa pasir kering dengan tebal ± 2 sampai 7 meter, dengan nilai tahanan jenisnya 620 hingga 1200 ohm-meter. Lapisan kedua dijumpai mulai kedalaman 7 meter berupa material pasir yang jenuh airtanah tawar dengan tahanan jenis 130 hingga 160 ohm-meter, mencapai setebal ± 30 sampai 40 meter. Lapisan ini merupakan akuifer bebas yang mengandung airtanah tawar. Lapisan paling bawah mulai kedalaman 40 meter berupa material endapan lempung dan pasir sangat halus. Jika ditinjau dari nilai tahanan jenis material penyusunnya, yang berkisar 2 ohm-meter, maka dapat dimungkinkan pada lapisan ini mengandung airtanah payau. Lapisan ini diduga sebagai lapisan yang semi kedap air (*aquitard*).

2) Hidrostratigrafi Akuifer pada Satuan Beting Gisik

Hidrostratigrafi ini dimulai dari Karangwuni di Kecamatan Temon melalui Pleret dan Bugel, Kecamatan Panjatan, dan berakhir di Kranggan, Kecamatan Galur, seperti disajikan pada Gambar 4 (Penampang C-D).

Berdasarkan rekonstruksi, ternyata sepanjang satuan beting gisik juga tersusun atas 3 lapisan. Lapisan teratas merupakan lapisan penutup yang tersusun atas selang-

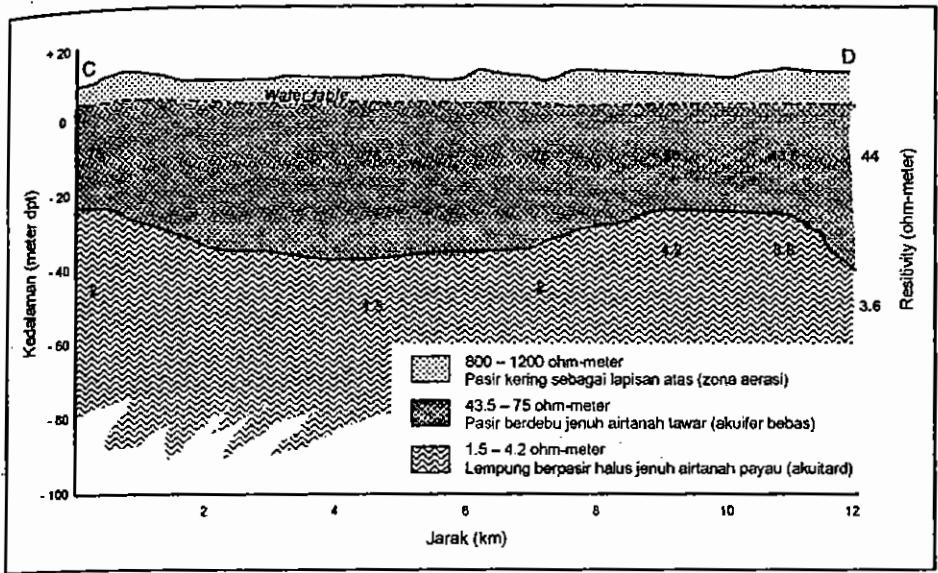
650 sampai 700 ohm-meter setebal 2 sampai 5 meter. Di bawahnya mulai kedalaman ± 5 sampai 40 meter merupakan lapisan akuifer bebas produktif yang tersusun atas pasir jenuh air tawar setebal ± 25 hingga 40 meter, dengan tahanan jenis 43.5 sampai 75 ohm-meter. Lapisan paling bawah berupa endapan lempung dan pasir sangat halus dengan tahanan jenis 1.5 sampai 4,2 ohm-meter dan mengandung airtanah payau, yang dijumpai mulai kedalaman ± 25 meter, dan diduga sebagai lensa-lensa semi kedap air (*aquitard*).



Gambar 3. Hidrostratigrafi Akuifer pada Satuan Gumuk Pasir (Penampang A-B)

3) Hidrostratigrafi Akuifer pada Satuan Dataran Fluvio-marine

Hidrostratigrafi ini memanjang mulai dari barat ke timur, yaitu dimulai dari Kranggan di Kecamatan Galur, melewati Bojong, Pleret, Kanoman, Kecamatan Panjatan dan berakhir di Tirtorahayu, Kecamatan Galur, seperti disajikan pada Gambar 5 (Penampang E-F). Pada penampang ini menunjukkan struktur yang kontras antara bagian barat dan bagian timur.



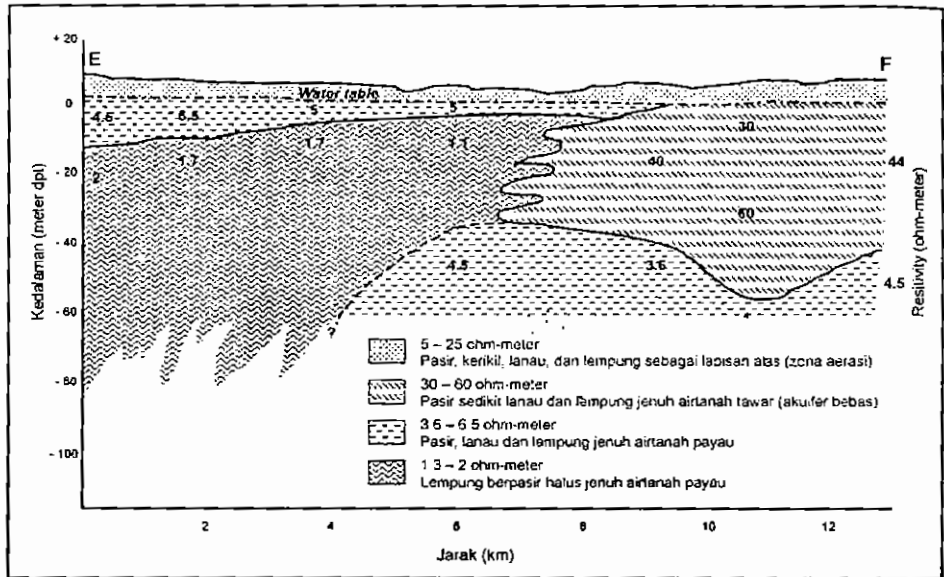
Gambar 4. Hidrostratigrafi Akuifer pada Satuan Beting Gisik (Penampang C-D)

Pada satuan dataran fluviomarin bagian barat tersusun atas 3 lapisan. Lapisan atas berupa endapan lempung, lanau dan sedikit pasir halus bertahanan jenis 5 hingga 25 ohm-meter, dengan ketebalan 1 sampai 5 meter. Lapisan kedua berupa endapan lempung, lanau dan pasir halus jenuh airtanah payau dengan tahanan jenis 4,5 hingga 6,5 ohm-meter setebal 5 sampai 10 meter. Lapisan ketiga mempunyai nilai tahanan jenis 1,1 hingga 2 ohm-meter, tersusun oleh endapan lempung dan lanau jenuh airtanah payau. Berdasarkan data tersebut, dapat dikatakan bahwa pada satuan dataran fluviomarin bagian barat akuifer bebas berupa lapisan pasir berlempung yang mengandung airtanah payau.

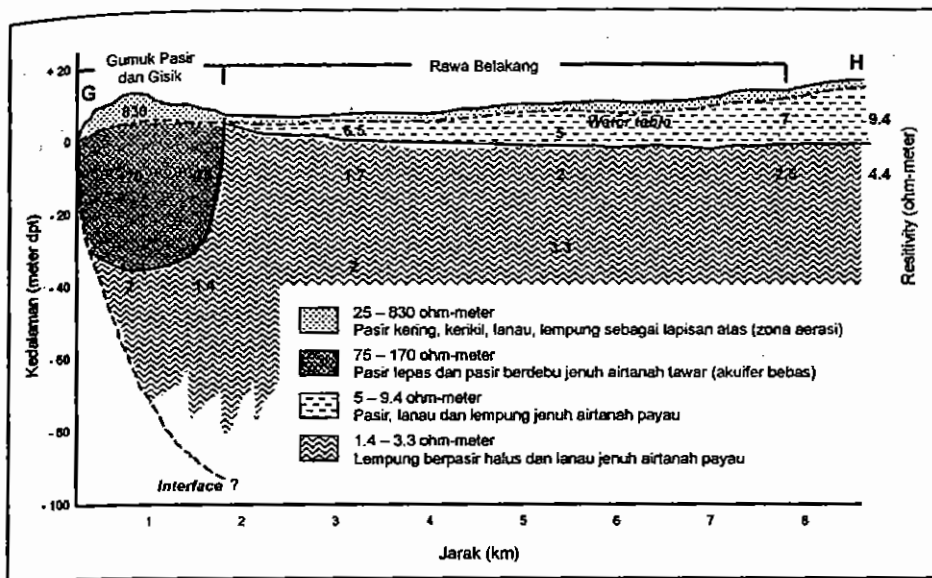
Pada satuan dataran fluviomarin bagian timur juga terdapat 3 perlapisan. Lapisan atas dengan nilai tahanan jenis 8 hingga 25 ohm-meter, merupakan lapisan penutup yang terdiri dari pasir halus, lanau dan endapan lempung dengan ketebalan 2 sampai 4 meter. Di bawahnya berupa pasir halus dengan sedikit lempung yang mengandung airtanah tawar, bertahanan jenis 30 hingga 60 ohm-meter dengan ketebalan mencapai 60 meter (akuifer bebas). Lapisan paling bawah mempunyai nilai tahanan jenis 3.6 hingga 4 ohm-meter, yang kemungkinan berupa endapan lempung, lanau dan pasir halus jenuh airtanah payau. Lapisan ini mulai dijumpai pada kedalaman sekitar 40 meter, yang merupakan lapisan semi kedap air (*aquitard*).

Titik dapat mengetahui variasi kondisi akuifer mulai dari satuan gumpul pasir hingga

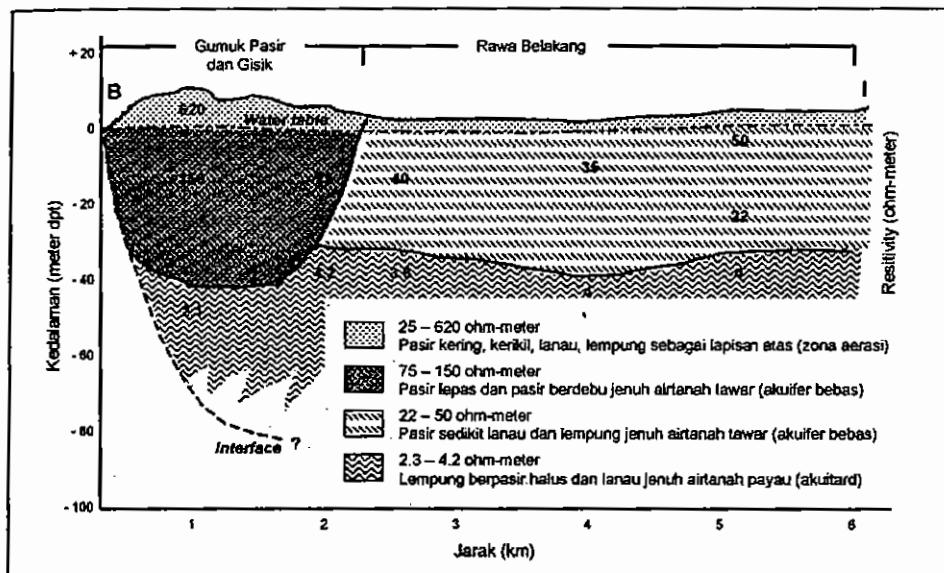
lurus garis pantai, yaitu di bagian barat seperti disajikan pada Gambar 6 (Penampang G-H), dan di bagian timur seperti disajikan pada Gambar 7 (Penampang B-I). Berdasarkan rekonstruksi tersebut menunjukkan bahwa satuan gumuk pasir merupakan kantong akuifer yang mengandung airtanah tawar cukup potensial tetapi bersifat lokal, sedangkan satuan dataran fluviomarin merupakan daerah jebakan airtanah payau. Lapisan yang berupa sisipan-sisipan endapan lempung sebagai *aquitard* dijumpai pada kedalaman rerata 40 meter di bawah gumuk pasir, sedang di bawah dataran fluviomarin pada kedalaman 10 hingga 40 meter dari permukaan tanah. *Interface* diperkirakan berada jauh di bawah satuan gumuk pasir hingga mencapai kedalaman >80 meter dari permukaan tanah.



Gambar 5. Hidrostratigrafi Akuifer pada Satuan Rawa Belakang (Penampang E-F)



Gambar 6. Hidrostratigrafi Akuifer pada Bagian Barat (Penampang G-H)



KESIMPULAN

Di daerah penelitian tersusun oleh akuifer bebas (*unconfined aquifer*) berupa lapis pasir jenuh airtanah tawar, yang dibatasi oleh *aquitard* berupa endapan lempung, na dan pasir halus yang mengandung airtanah payau.

Pada satuan gumuk pasir, akuifer bebas tersusun oleh material pasir lepas mengandung airtanah tawar, yang dijumpai pada kedalaman 5 hingga 40 meter dari permukaan tanah dengan ketebalan ± 30 sampai 40 meter, yang ditunjukkan oleh nilai tahanan jenis batuan antara 120 hingga 160 ohm-meter. *Aquitard* yang tersusun oleh endapan lempung dan pasir sangat halus dijumpai mulai kedalaman ± 40 meter, dengan tahanan jenis berkisar ohm-meter. Lapisan ini jenuh dengan airtanah payau.

Pada satuan beting gisik, akuifer bebas tersusun oleh material pasir berdebu mengandung airtanah tawar, dengan ketebalan ± 25 hingga 40 meter, dengan tahanan jenis antara 43 hingga 75 ohm-meter. *Aquitard* sebagai batas atas akuifer semi tertekan dijumpai pada kedalaman 25 meter dengan tahanan jenis berkisar antara 1.5 hingga 4.2 ohm-meter.

Pada bagian barat satuan dataran fluviomarin hampir seluruh akuifer bebas yang cukup tebal mengandung airtanah payau. Lapisan atas tersusun oleh material pasir, lanau dan lempung dengan tahanan jenis antara 4.5 hingga 6.5 ohm-meter, sedangkan lapisan bawah tersusun oleh endapan lempung berpasir sangat halus dengan tahanan jenis antara 1.1 hingga 2 ohm-meter. Pada bagian timur yang mendekati bagian hilir Sungai Progo akuifer bebas tersusun oleh pasir dengan sedikit lanau dan lempung mengandung airtanah tawar pada kedalaman 50 hingga 60 meter, dengan tahanan jenis antara 40 hingga 60 ohm-meter. Pada bagian bawahnya dijumpai lapisan pasir, lanau dan lempung mengandung airtanah payau, dengan tahanan jenis antara 3.6 hingga 4.5 ohm-meter.

Sepanjang pantai Kulonprogo dan wilayah kepesisirannya belum terjadi intrusi air laut melalui akuifer. Hal ini ditunjukkan oleh hasil rekonstruksi *interface* yang diperkirakan masih jauh di bawah lapisan *aquitard* berupa sisipan-sisipan endapan lempung yang terletak di bawah satuan gumuk pasir, diperkirakan pada kedalaman >80 meter dari permukaan tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas biaya dari DIKS Fakultas Geografi, UGM. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Dekan Fakultas Geografi, UGM, yang telah memberikan dana dan kesempatan untuk melakukan penelitian ini; kepada Prof. Dr. Sutikno selaku Dosen Pembina yang telah banyak memberikan saran dan pengarahan yang baik demi kemajuan akademik saya selama ini, dan kepada Drs. Sunarto, M.S. yang juga telah banyak memberikan masukan demi penyempurnaan tulisan ini. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. amin

DAFTAR PUSTAKA

- Clarck, J., 1974, *Coastal Ecosystem, Ecological Consideration for Management of the Coastal Zone*, the Conservation Foundation, National Oceanic and Atmospheric Administration Office of Coastal Environment, U.S. Department of Commerce, Washington D.C.
- Fetter, C.W., 1988, *Applied Hydrogeology*, 2nd Edition, MacMillan Publishing Company, New York
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A., 1979, *Groundwater*, Englewood Cliff, Prentice Hall Inc., New York
- Hariyanto B., 1988, Studi Geohidrologi Dataran Rendah di Antara Sungai Serang dan Sungai Bogowonto Kabupaten Kulonprogo, *Skripsi*, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta.
- Ismidasi, 1989, Studi Airtanah dengan Memanfaatkan Teknik Geolistrik di Dataran Aluvial antara Sungai Serang dan Sungai Progo Kabupaten Kulonprogo, *Skripsi*, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta.
- Kloosterman, F.H., 1983, *Reconnaissance Study of Groundwater Resources in the Kabupaten Cirebon*, Provincial Health Service Directorate CDC, Bandung.
- Langgeng W.S., 2001, Studi Akuifer dan Hidrokimia Airtanah pada Bentanglahan Aluvial Pesisir Daerah Istimewa Yogyakarta, *Laporan Penelitian*, Lembaga Penelitian UGM, Yogyakarta.
- Soenarso Simoen, Suyono dan Setyawan Purnama, 1993, Penyebaran Penyusupan Air Laut ke Dalam Airtanah di Daerah Pantai Selatan Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta, *Laporan Penelitian*, DPP-SPP Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta.
- 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.
- Suwantinawati E., 1997, Agihan Airtanah Asin dan Penyebab Keasinan Airtanah di Daerah Antara Sungai Serang dan Sungai Progo Kabupaten Kulonprogo, *Skripsi*, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta.
- Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrology*, John Wiley and Sons, New York.
- Walton, W.C., 1970, *Groundwater Resources Evaluation*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Zohdy, A. Ar., 1980, *Application of Surface Geophysics to Groundwater Investigation*, U.S. Department of the Interior, Washington D.C.
- Zuidam, R.A., van, 1986, *Aerial Photo-interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, Smith Publisher, the Haque, Netherlands.