

## **INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT IN MERAPI YOGYAKARTA BASIN**

**RESEARCH SUPPORT PROJECT  
AUNSEED-NET/SOUTHEAST ASIA ENGINEERING DEVELOPMENT NETWORK  
FACULTY OF ENGINEERING GADJAH MADA UNIVERSITY**

**Doni Prakasa Eka Putra**  
Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada

### **Abstrak**

Dalam kerangka sumber daya air, cekungan airtanah Merapi Yogyakarta menghadapi banyak permasalahan degradasi sumber daya air berkaitan dengan tidak terintegrasinya pengelolaan sumber daya air, perubahan lahan yang sangat cepat di daerah resapan air dan peningkatan pemanfaatan airtanah akibat bertambahnya jumlah penduduk dan kegiatan-kegiatan perekonomian di wilayah ini. Berdasarkan permasalahan tersebut empat tahapan penelitian dilakukan dalam rangka penyusunan rencana pengelolaan terpadu sumber daya air yaitu (1) Koleksi dan organisasi data sumber daya air secara terpadu di dalam suatu sistem informasi, (2) perhitungan sumber daya air dan analisa kesetimbangan air, (3) analisa dan evaluasi penggunaan air serta pengaruhnya terhadap degradasi sumber daya air dan (4) pemodelan *Watershed* dan airtanah di cekungan airtanah Merapi Yogyakarta untuk mengetahui efek perubahan lahan terhadap volume resapan air dan volume airtanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, pemanfaatan air untuk kepentingan di luar sektor pertanian berasal dari sumber daya airtanah dan untuk kepentingan sektor pertanian lebih dari 97% berasal dari sumber air permukaan, perhitungan sumber daya air menunjukkan bahwa secara umum volume airtanah dan air permukaan di wilayah ini masih mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air walaupun secara lokal beberapa area tidak dapat memenuhi kebutuhan, degradasi sumber daya air lebih mengarah pada kualitas air yang semakin buruk sedangkan degradasi kuantitas air hanya terjadi pada beberapa lokasi yang bersifat lokal akibat tingginya eksploitasi dan efek impermeabilisasi pada sumber daya airtanah dan musim kemarau pada sumber air permukaan. Akhirnya dalam rangka pengelolaan yang berkelanjutan usulan pengelolaan sumber daya air difokuskan untuk pelaksanaan *conjunctive used* antara airtanah dan air permukaan, pembagian zona-zona pengelolaan airtanah pengelolaan dan zona perlindungan daerah resapan air.

# Fokus Penelitian

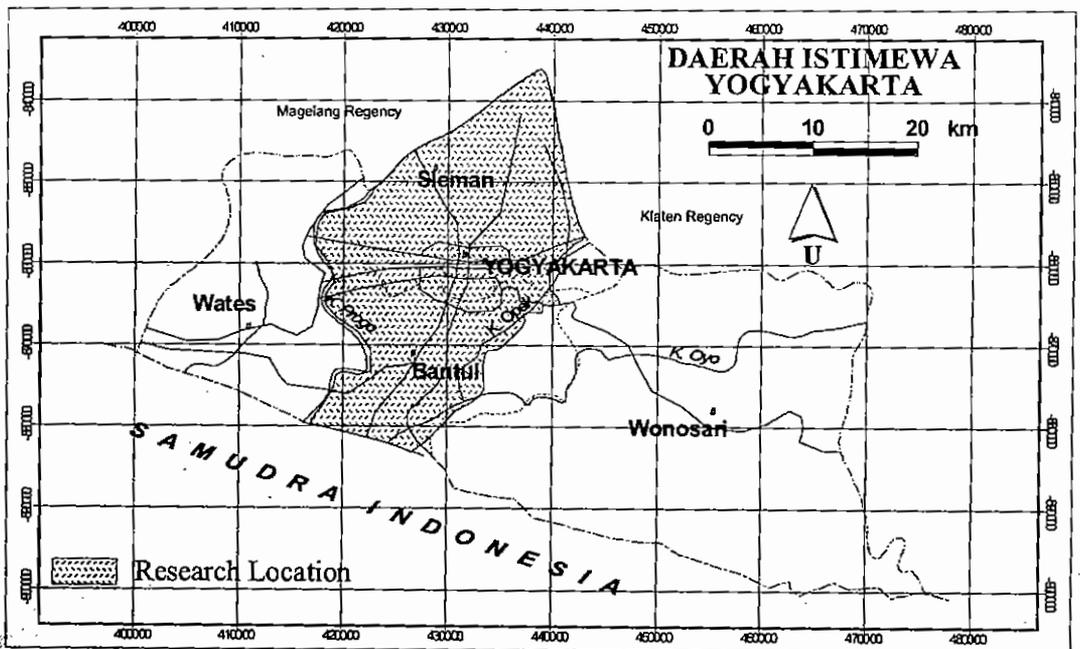
## I. Pendahuluan

Cekungan airtanah Merapi Yogyakarta terletak pada lereng selatan Gunung Merapi yang dibatasi oleh Sungai Progo di sebelah barat dan Sungai Opak di sebelah timur dan di sebelah selatan dibatasi oleh Samudera Indonesia (gambar 1). Cekungan ini memiliki luas kurang lebih 1200 km<sup>2</sup>, dan meliputi tiga wilayah Kabupaten di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Ketiga wilayah kabupaten tersebut adalah Kabupaten Sleman, Kodya Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. Sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, wilayah lindung resapan air di cekungan ini terletak di Kabupaten Sleman, namun dalam kenyataannya implementasi rencana ini tidak berlaku sehingga semakin banyak aktivitas penduduk mengganti lahan pertanian dan hutan di daerah resapan menjadi perumahan dan pemukiman, hotel, sekolah, industri dan kegiatan lainnya. Akibat dari kegiatan ini dapat dipastikan bahwa siklus air di cekungan airtanah

ini akan terganggu dan salah satu akibatnya adalah penurunan volume resapan air ke dalam airtanah dan perubahan kebutuhan air yang akan meningkatkan eksploitasi sumber-sumber air. Disinilah diperlukan perhitungan kembali potensi sumber daya air dan memperkirakan efek dari perubahan lahan terhadap kesetimbangan air di wilayah ini. Perkembangan kota yang tidak teratur dan pembuangan limbah yang kurang terkendali meningkatkan resiko pencemaran terhadap sumber-sumber air, bahkan di daerah urban di Kota Yogyakarta tercatat bahwa peningkatan konsentrasi Nitrat dalam airtanah hanya pada kurun waktu < 10 tahun meningkat dari 3 mg/L menjadi 30 mg/L (Hendrayana & Putra, 2000).

## II. Sumber Daya Airtanah

Di wilayah cekungan airtanah Merapi - Yogyakarta, sumber asal air utama untuk airtanah berasal dari hujan lokal. Didalam perhitungan potensi sumber daya airtanah terdapat dua



potensi yang harus dihitung yaitu (1) perhitungan volume imbuan airtanah dan (2) perhitungan volume air di dalam akuifer. Volume resapan airtanah sering disebut juga sebagai airtanah yang dapat diperbaharui dan merupakan batas keseimbangan eksploitasi airtanah yang berwawasan lingkungan. Perhitungan volume resapan airtanah dilakukan melalui rumusan kesetimbangan air dan pengukuran fluktuasi muka airtanah mendapatkan bahwa volume imbuan air di cekungan ini mencapai 443 juta m<sup>3</sup>/tahun. Perhitungan volume air dalam akuifer mendapatkan bahwa 3,5 milyar m<sup>3</sup> air terkandung dalam akuifer. Hal ini menunjukkan bahwa, pada musim kemarau yang panjang eksploitasi terhadap airtanah dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air. Walaupun demikian, menurut Suharyadi, 1998, Wilopo, 1999, pada beberapa daerah yang bersifat lokal degradasi muka airtanah tercatat cukup signifikan akibat pengumpulan lokasi-lokasi sumur eksploitasi airtanah pada beberapa area.

Berdasarkan data kualitas airtanah yang berhasil dihimpun dari tahun 1975 hingga tahun 2002, dapat disimpulkan bahwa telah terjadi degradasi kualitas airtanah di wilayah cekungan ini. Bahkan dapat disimpulkan untuk wilayah urban, zona kualitas airtanah dapat dibagi menjadi tiga bagian secara vertikal yaitu:

1. Zona kedalaman airtanah 0 - 20 m, dikarakterisasi dengan kandungan Bakteri Coli yang lebih dari 100 MPN/100 ml, kandungan ion Nitrat lebih dari 5 mg/L, kandungan ion Fe lebih kecil dari 0,04 mg/L.
2. Zona kedalaman airtanah 20 - 40 m, dikarakterisasi dengan kandungan Bakteri Coli lebih kecil dari 100 MPN/100 ml, kandungan ion Nitrat berkisar antara 0,5 - 5

mg/L dan kandungan ion Fe berkisar antara 0,04 - 0,30 mg/L, serta kandungan ion SO<sub>4</sub> dan HCO<sub>3</sub> yang lebih rendah dari zona 1.

3. Zona kedalaman airtanah > 40 m, dikarakterisasi dengan kandungan Bakteri Coli (-), kandungan ion Nitrat < 0,5 mg/L, kandungan ion Fe lebih dari 0,30 mg/L serta kandungan ion SO<sub>4</sub> dan HCO<sub>3</sub> yang selalu lebih rendah dari zona 1 dan zona 2.

### III. Sumber Daya Air Permukaan

Berdasarkan perhitungan kesetimbangan air, diketahui bahwa volume air permukaan di wilayah cekungan ini adalah sebesar 262 juta m<sup>3</sup>/tahun. Volume air permukaan sebesar ini akan terbagi melalui sungai-sungai yang melintasi wilayah ini yang akhirnya bermuara ke Sungai Progo dan Sungai Opak. Walaupun demikian kedua sungai ini, yaitu Sungai Progo dan Sungai Opak mendapat tambahan debit yang berasal dari luar wilayah cekungan airtanah Merapi - Yogyakarta, karena daerah aliran sungai (DAS) kedua sungai ini juga termasuk wilayah diluar wilayah cekungan airtanah Merapi - Yogyakarta. Perhitungan berdasarkan data debit sungai yang melalui wilayah Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul menunjukkan, bahwa rata-rata total volume air permukaan yang melalui kedua Kabupaten ini adalah 1,7 miliar m<sup>3</sup>/tahun.

Seperti halnya kualitas airtanah, degradasi kualitas air sungai juga telah terjadi di sungai-sungai yang melintas wilayah cekungan airtanah. Penelitian oleh PSLH UGM pada tahun 1992 telah menunjukkan, bahwa air sungai beberapa sungai yang melintasi wilayah cekungan airtanah seperti

# Fokus Penelitian

Sungai Bedog, Sungai Winongo, Sungai Code, Sungai Gadjahwong dan Sungai Opak pada bagian downstream memiliki kualitas air yang jelek, bahkan tercatat beberapa kandungan logam berat pada Sungai Gadjahwong dan Sungai Opak. Secara keseluruhan dari beberapa parameter yang diuji, kualitas air sungai di wilayah ini sudah tidak memenuhi syarat sesuai standar baku mutu air Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

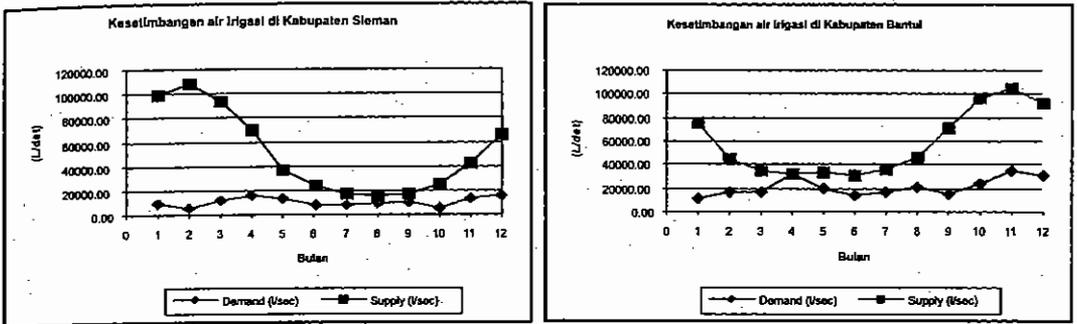
## IV. Kebutuhan Air

Lahan pertanian basah mendominasi penggunaan lahan di cekungan ini yang mencapai 40 %, lahan pertanian kering 12 %, sedangkan lahan untuk pemukiman dan kegiatan urban mencapai 35 % sisanya adalah penggunaan lahan lainnya. Diperkirakan dalam waktu yang singkat lahan untuk pemukiman dan kegiatan urban akan semakin meningkat khususnya di wilayah-wilayah yang berbatasan dengan Kota Yogyakarta.

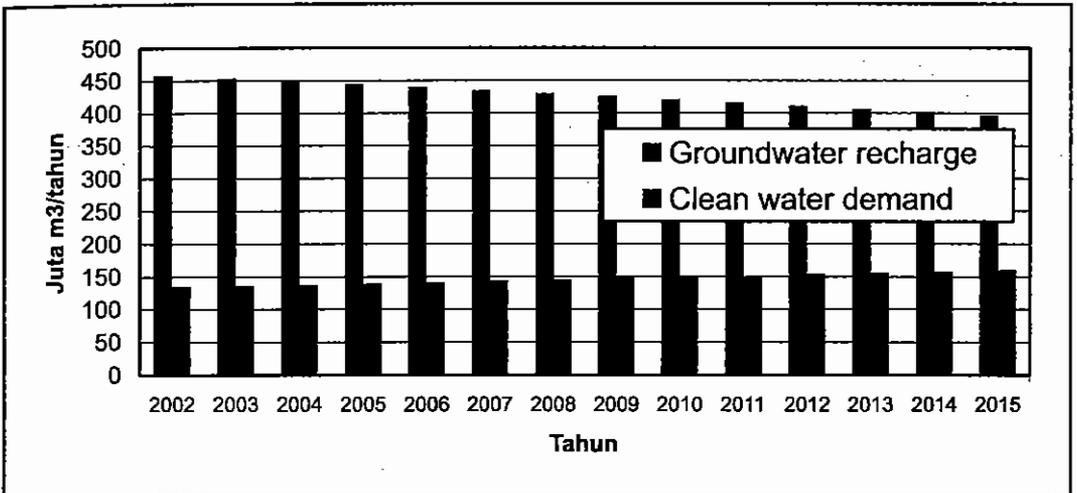
Lahan pertanian basah umumnya ditanami dengan padi dan palawija dengan 4 tipe pola tanam (Departemen Pekerjaan Umum, 1996) dan selama ini mendapat pasokan air irigasi dari dua Daerah Pengaliran Sungai (DPS) yaitu DPS Progo dan DPS Opak. Perhitungan volume air irigasi yang dibutuhkan berdasarkan empat tipe pola tanam didapatkan bahwa setiap tahunnya Kabupaten Sleman membutuhkan air sebesar 323 juta m<sup>3</sup>/tahun untuk memenuhi kebutuhan irigasi sedangkan Kabupaten Bantul membutuhkan 655 juta m<sup>3</sup>/tahun. Dari total kebutuhan air irigasi di Kabupaten Sleman, sekitar 3,4% air berasal dari sumber-sumber airtanah. Perbandingan antara kebutuhan air irigasi setiap bulannya untuk setiap

Kabupaten dapat dilihat pada grafik pada gambar 2. Pada grafik ini terlihat, bahwa pada musim penghujan masih sangat banyak debit air yang belum dimanfaatkan. Ironisnya pada musim kemarau, secara lokal terdapat beberapa lokasi lahan pertanian yang mengalami kekurangan air pada musim kemarau. Konsep "conjunctive used" antara airtanah pada musim kemarau dan air sungai pada musim hujan dapat diimplementasikan pada lokasi-lokasi tersebut.

Pemenuhan kebutuhan air bersih di wilayah cekungan airtanah ini dilakukan melalui eksploitasi airtanah. Perhitungan kebutuhan air bersih meliputi kebutuhan domestik, industri dan komersial dilakukan hingga tahun 2015 menunjukkan, bahwa total kebutuhan air bersih di wilayah cekungan airtanah Merapi - Yogyakarta ini masih dibawah volume imbuan airtanah. Kebutuhan air bersih terbesar adalah kebutuhan air domestik yang pada perhitungan ini didasarkan pada prediksi penambahan jumlah penduduk. Hal yang perlu dicatat, bahwa hingga saat ini PDAM ketiga Kabupaten belum dapat memenuhi kebutuhan air bersih keseluruhan penduduk. Perhitungan total kebutuhan air bersih untuk tahun 2002 adalah sebesar 134.478.718 m<sup>3</sup>/tahun, dimana 38 juta m<sup>3</sup>/tahun diambil melalui sumur bor dalam. Artinya sekitar 72% kebutuhan air penduduk diambil dari sumur dangkal yang sangat rentan terhadap kontaminasi. Perhitungan prediksi kebutuhan air bersih pada tahun 2015 terhitung sebesar 159.645.788 m<sup>3</sup>/tahun, jumlah ini hanya 36% dari total imbuan airtanah sekarang ini.



Gambar 2. Grafik perbandingan kebutuhan air irigasi dan kemampuan suplai air dam-dam di Kabupaten Sleman dan Bantul.



Gambar 3. Grafik prediksi peningkatan kebutuhan air bersih dan penurunan imbuan airtanah hingga tahun 2015

## V. Pemodelan Watershed dan Airtanah

Dalam rangka mengantisipasi efek perubahan lahan yang mengakibatkan terjadinya penurunan volume imbuan airtanah dilakukan pemodelan watershed dan airtanah. Hasil pemodelan ini menunjukkan, bahwa dibandingkan hasil perhitungan kesetimbangan air untuk cekungan airtanah Merapi Yogyakarta oleh MacDonald & Partners, 1984, prosentase resapan air hujan menjadi airtanah berkurang dari 38,5% (pada tahun 1984) menjadi 29,25% pada saat ini. Perbandingan antara prediksi

peningkatan kebutuhan air bersih dan hasil perhitungan model penurunan volume imbuan airtanah (akibat perubahan lahan) hingga tahun 2015 dapat dilihat pada gambar 3.

## VI. Usulan Pengelolaan Sumber Daya Air

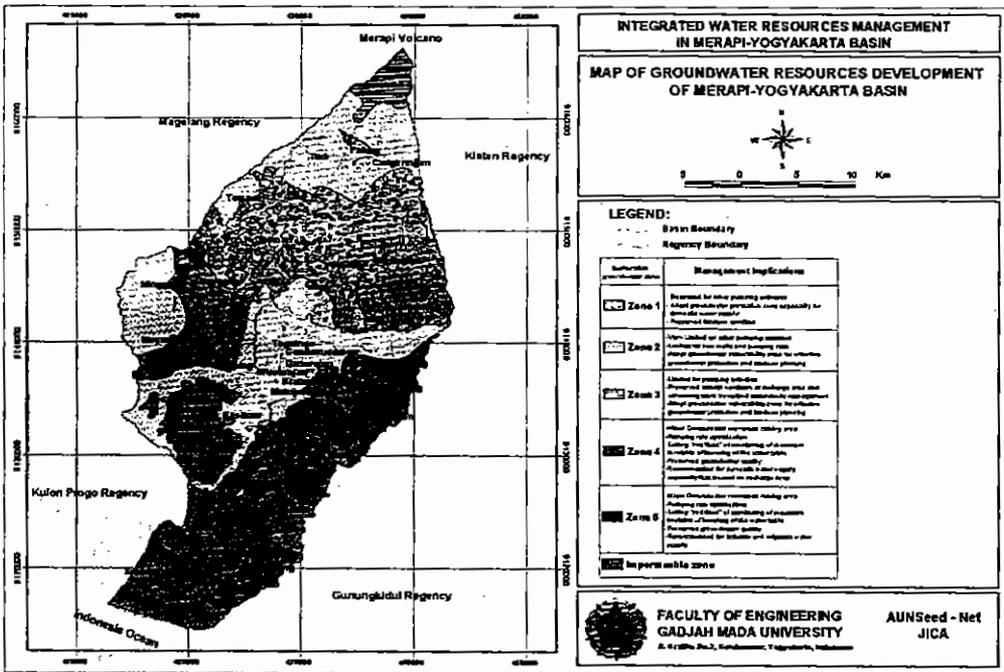
Berdasarkan hasil analisa diatas, diketahui bahwa kuantitas sumber daya air di wilayah cekungan airtanah Merapi - Yogyakarta masih berlimpah, walaupun di masa mendatang resiko penurunan kuantitas sumber daya airtanah dapat terjadi akibat perubahan lahan di daerah resapan air.

# Fokus Penelitian

Permasalahan sumber daya air permukaan hanya terjadi pada musim kemarau, sehingga sebenarnya penerapan konsep Conjunctive Used antara airtanah pada musim kemarau dan air permukaan pada musim hujan layak untuk dipertimbangkan pada lokasi-lokasi irigasi yang mengalami kekurangan air di musim kemarau. Kualitas sumber daya air telah mengalami degradasi yang signifikan bahkan untuk air sungai sudah sangat jelek untuk digunakan memenuhi kebutuhan air sehari-hari, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan airtanah sebagai sumber air bersih harus dipertahankan. Resiko-resiko sumber pencemaran sumber daya air terindikasi akan meningkat di daerah-daerah urban. Berdasarkan hal-hal diatas, maka permasalahan pengelolaan sumber daya air di daerah penelitian dalam rangka pemanfaatan yang berkelanjutan difokuskan pada dua hal yaitu:

- (1) Strategi pengelolaan permasalahan dalam konteks urban antara lain permasalahan pemenuhan kebutuhan air daerah urban, sanitasi daerah urban, pencemaran air, penurunan muka airtanah akibat tingginya aktivitas eksploitasi airtanah dan tidak terintegrasinya pengelolaan air dan lahan pada daerah urban.
- (2) Strategi pengelolaan permasalahan dalam konteks rural area yaitu permasalahan pengelolaan upland watershed.

Pada strategi pokok yang pertama, zona-zona pengembangan dan pengelolaan airtanah diusulkan dengan implikasi pengelolaan yang berbeda-beda (lihat gambar 4), sedangkan strategi pokok kedua dilakukan dengan mengintegrasikan dan mengimplementasikan pengelolaan upland watershed yang dibagi berdasarkan zona-zona perlindungan dan didasarkan pada aspek geomorfologi, intensitas hujan dan klas tanah (lihat gambar 5).



Gambar 4. Zona-zona pengembangan airtanah dan implikasi pengelolaan yang harus dilakukan di wilayah cekungan airtanah Merapi Yogyakarta.

Criteria and management	Rural area			Urban area
	Conservation area	Buffer area	Rural activities	Urban activities
Cross section North - South				
Slope	> 45 %	25 - 45 %	8 - 25 %	0 - 8 %
Altitude and relative location	> 1000 m Merapi - Kaliurang	500 - 1000 m Kaliurang - Pakem	200 - 500 m Pakem - Ngaglik	< 200 m Ngaglik - Bantul
Management implication	<ul style="list-style-type: none"> <li>no human activities</li> <li>protected and conserved naturally</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>very limited human activities</li> <li>restricted conversion of landuse</li> <li>rehabilitation of land by forestization</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>limited human activities that can harm surface water and groundwater</li> <li>limited application of mature and pesticide</li> <li>maintenance irrigation system on this area</li> <li>restricted for industrial activities</li> <li>limited for surface impermeabilization</li> <li>adopt infiltration wells for enhancing natural recharge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>recommended for human activities</li> <li>limited human activities that can harm surface water and groundwater</li> </ul>

Gambar 5. Usulan pengelolaan *upland watershed* wilayah cekungan airtanah Merapi - Yogyakarta

## VI. Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta, Bagian Proyek PKSA Progo Opak Oyo, 1996, **Pekerjaan Survey dan Pengolahan Data Sumberdaya Air Prop. DIY.**, Laporan Penunjang Analisis Imbangan Air Prop. DIY, PT. INDRAKARYA, Yogyakarta.
- Helweg, O.J, 1992, **Water Resources: Planning and Management**, Kreiger Publishing Company, Florida.
- Hendrayana, H., & Putra, DPE., 2000, **Delineation of Nitrate Contaminant Plume in Yogyakarta Urban Area**, Proc. Of 29<sup>th</sup> Conference of Indonesian Geologist Association, Bandung.
- Krusseman, G.P, De Ridder, N.A, 1970, **Analysis and Evaluation of Pumping Test Data**, Institut For Land Reclamation and Improvement, Bull 11, Gwinengen, The Netherlands.
- Mather, J.R., 1984, **Water Resources: Distribution, Use, and Management**, John Wiley & Sons, Inc., Sylver Spring, Maryland.
- Pusat Penelitian Lingkungan Hidup UGM, 1992, **Penyusunan Peruntukan Air Badan Air Tujuh Sungai Di Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta**, Kerjasama dengan Proyek Pembinaan Pelestarian Sumber Alam Dan Lingkungan Hidup Sekretariat Wilayah PEMDA. Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sir MacDonald and Partners, Binnie and Partners Hunting Technical Service Ltd, 1984, **Greater Yogyakarta Groundwater Resources Study Volume 2**, Hydrology, Directorate General Of Water Resources Groundwar Development Project (P2AT), Ministry Of Public Works, Government Of The Republic Of Indonesia.
- Suharyadi, 1998. **Groundwater Degradation in Yogyakarta City**. Proc. of 27<sup>th</sup> Conference of Indonesian Geologist Association, Yogyakarta.
- Wanielista, M., Kersten R., Eaglin R., 1997, **Hydrology: Water Quantity and Water Quality Control**, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Wilopo, W., 1999, **Perencanaan Konservasi Air Bawah Tanah Di Cekungan Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta**, Yogyakarta.