

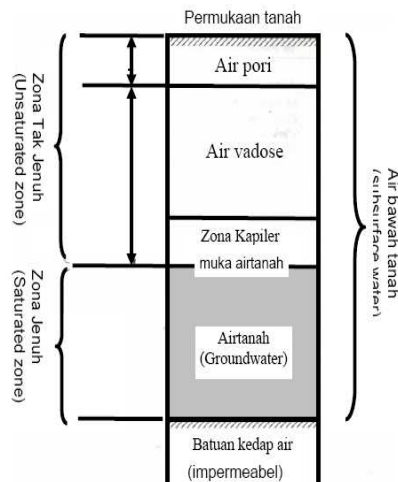
**ANALISIS DAMPAK PERUBAHAN *LANDUSE* PADA *RECHARGE AREA*
LERENG GUNUNG MERAPI BAGIAN SELATAN TERHADAP
KETERSEDIAAN AIR TANAH DI DATARAN YOGYAKARTA**

Oleh : Hendro Murtianto

A. Pendahuluan

Manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya tidak lepas dari keberadaan air yang merupakan salah satu materi penunjang kehidupan. Berbagai cara dilakukan manusia untuk mendapatkan air bersih, salah satunya adalah dengan mengambil air dari dalam bumi atau bawah permukaan tanah. Cara pengambilan air dari bawah permukaan tanah dirasa menjadi cara yang familiar dan paling banyak dilakukan manusia, karena beberapa alasan utama, yaitu : airtanah mudah untuk didapatkan, relatif bersih karena melalui filterisasi struktur tanah-batuan dan secara ekonomis lebih murah.

Ketersediaan airtanah dalam bumi tersimpan dalam dua zone, yaitu terdapat di *non saturated zone* dan *saturated zone*. *Non saturated zone* (Zone Aerasi/ Zone tidak jenuh) merupakan sebaran tanah yang sebagian rongga antar partikel tanah diisi oleh udara dan sebagian lagi diisi oleh air. Zona aerasi terdapat mulai dari perakaran tanaman hingga kapilaritas air jenuh. Pada zona ini terdapat *soil moisture* (kelengasan tanah), air vadose dan air kapiler. Zona ini merupakan zona yang paling berperan dalam bidang pertanian. Ketersediaan air tanah dalam zona ini dinyatakan sebagai *Water holding capacity*. Selanjutnya, *Zone Saturate* (zone jenuh) merupakan zona dengan persebaran air mengisi rongga antar partikel tanah. Pada zona ini ketersediaan airtanah melimpah, dan dimanfaatkan untuk penyediaan air bersih oleh manusia. Zona jenuh dimulai dari *water table* sampai dengan lapisan impermeable batuan. Kapasitas potensi penyediaan air tanah merupakan hasil penjumlahan dari jumlah air pada zone aerasi dan zone jenuh. Ketersediaan air tanah tergantung dari tingkat infiltrasi dan perkolasi di daerah tangkapan air (*recharge area*).



Gambar 1. Skema distribusi air di bawah permukaan

Recharge area di Yogyakarta dipengaruhi oleh kondisi fisik lahan di daerah hulu, dalam hal ini pada daerah lereng Gunung Merapi. Merapi merupakan tulang punggung sistem geohidrologi kawasan dataran Jogja dan sekitarnya. Air yang mengalir dari tubuhnya bukan hanya untuk masyarakat di lerengnya, tetapi juga untuk masyarakat Kota Jogja dan sekitarnya. Daerah Yogyakarta yang topografinya bervariasi dari lereng Gunung Merapi di sisi utara, kemudian ke selatan ada dataran rendah, dan berakhir di daerah pesisir selatan. Di sisi tenggara Kota Yogyakarta terdapat pegunungan batu gamping yang potensi air tanahnya besar tetapi tersembunyi di lorong-lorong sungai bawah tanah. Setiap daerah memiliki potensi air tanah yang berbeda-beda. Artinya, air tanah tersimpan dalam lapisan yang bervariasi pula. Selaku fungsinya sebagai kawasan resapan air, maka kawasan lereng Selatan Merapi merupakan kawasan lindung bawahan. Perubahan penggunaan lahan ini berdampak pada menurunnya tingkat infiltrasi ke dalam tanah. Akibatnya, kondisi ini mengakibatkan dampak buruk sebagai fungsi hidrogeologis kawasan, yaitu fluktuasi posisi muka air tanah dataran Jogja pada saat musim kemarau mengalami penurunan 5 - 10 meter. Kondisi ini bukan hanya karena jumlah pengambilannya yang bertambah, tetapi juga berkurangnya air masukan air permukaan.

Dari latar belakang diatas maka timbul ketertarikan dalam menulis tentang “ Analisis Dampak Perubahan *Landuse pada Recharge Area* Lereng Gunung Merapi Bagian Selatan Terhadap Ketersediaan Air Tanah di Dataran Yogyakarta”.

B. Tipologi Sistem Akuifer Gunung Merapi

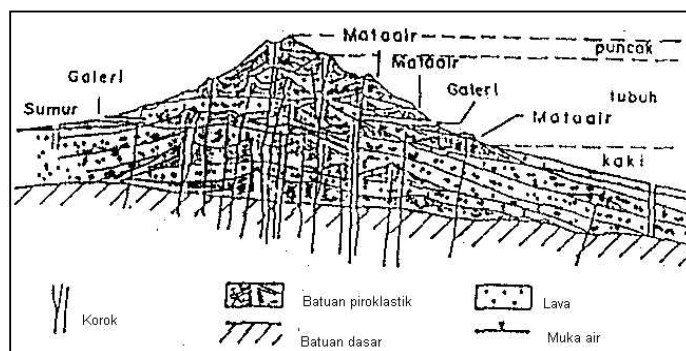
Pengetahuan tentang Geometri keterdapatan airtanah di bawah permukaan dapat menjelaskan tentang karakteristik dan sifat airtanah. Kondisi dan distribusi sistem akuifer dalam sistem geologi dikontrol oleh faktor litologi, stratigrafi dan struktur dari endapan-endapan geologi. Litologi adalah penyusun secara fisik meliputi komposisi mineral, ukuran butir dan kemas dari endapan-endapan atau batuan yang membentuk sistem geologi. Stratigrafi menggambarkan kondisi geometri dan hubungan umur antar lapisan atau satuan batuan dalam sistem geologi. Sedangkan struktur geologi merupakan bentuk/sifat geometri dari sistem geologi yang diakibatkan deformasi yang terjadi setelah batuan terbentuk. Pada sedimen yang belum terkonsolidasi/kompak, kontrol yang berperan adalah litologi dan stratigrafi. Pengetahuan akan ketiga faktor di atas memberikan arahan kepada pemahaman karakteristik dan distribusi sistem akuifer (Freeze dan Cherry, 1979). Kesamaan iklim dan kondisi geologi di suatu daerah akan memberikan kesamaan sistem airtanah. Kondisi ini akan berpengaruh terhadap karakter fisika dan kimia serta kualitas airtanah dalam sistem tersebut.

Tipologi system akuifer Gunung Merapi adalah Tipologi Sistem Akuifer Endapan Gunung Api. Secara morfologi, gunungapi terbagi atas 5 bagian, yaitu daerah Atas,

Tengah, Bawah dan Kaki serta dataran Endapan. Pada masing-masing bagian ini, pembentukan dan penyebaran airtanah mempunyai sifat dan karakteristik tertentu.

Keberadaan airtanah di daerah ini umumnya pada batuan yang sangat berpori dan tidak kompak, berselang-seling dengan lapisan-lapisan aliran lava yang umumnya kedap air. Hal ini menyebabkan terakumulasinya airtanah yang cukup besar dan muncul sebagai mataair-mataair dengan debit bervariasi.

Selain sistem media pori, potensi airtanah pada daerah ini dijumpai pula pada akuifer-akuifer dengan sistem media rekahan yang banyak dijumpai pada lava. Rekahan tersebut terbentuk oleh kekar-kekar yang terjadi akibat proses pada saat pembekuannya ataupun akibat tektonik/vulkanisme. Di beberapa daerah mataair dengan sistem rekahan ini menunjukkan debit yang sangat besar.



Gambar 2. Tipologi Akuifer Endapan Gunung Api

Kondisi akuifer

Kabupaten Sleman memiliki sistem akuifer yang berlapis banyak (*multilayer aquifer*) yang secara hidrogeologis membentuk suatu Sistem Akuifer Merapi (SAM) dan memiliki sifat-sifat hidrolika relatif sama dan saling berhubungan. Di bagian utara Sistem Akuifer Merapi didasari oleh batuan vulkanik Merapi Tua berumur Pleistosen Atas, di bagian timur didasari oleh batuan Tersier Formasi Nglanggran dan Semilir, serta batuan Tersier Formasi Sentolo di bagian barat maupun selatan.

Secara umum airtanah mengalir dari utara ke selatan, dengan pola aliran yang menyebar membentuk pola radial sentrifugal. Pola persebaran tersebut merupakan ciri khas morfologi gunungapi. Zonasi akuifer secara lateral dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

1. Daerah pengisian (*recharge area*), terletak di bagian lereng atas, lereng tengah dan lereng bawah Gunungapi Merapi. Airtanah berasal dari peresapan air hujan, dan peresapan aliran air sungai maupun aliran irigasi. Daerah resapan merupakan kawasan yang perlu dijaga keasliannya, karena sangat menentukan ketersediaan air pada zona pengeluaran.
2. Daerah pengeluaran (*discharge area*), meliputi: satuan kakilereng Gunungapi Merapi,

dengan gradien ke arah selatan semakin mengecil. Seiring penurunan gradien topografis, diikuti pula penurunan gradien muka airtanah, sehingga semakin ke arah selatan kecepatan aliran airtanah akan semakin menurun.

Ketebalan akuifer secara umum tebal (>50 meter) dan semakin bertambah tebal ke arah selatan, yaitu: di wilayah Ngaglik mencapai 80 meter, di wilayah Bedog dan Karanggayam sekitar 140 meter dan di Kota Yogyakarta mencapai 150 meter. Secara vertikal Sistem Akuifer Merapi dibagi menjadi 3 bagian utama, yaitu: akuifer bagian atas, akuifer bagian bawah, dan dasar akuifer. Karakteristik masing-masing akuifer diuraikan sebagai berikut.

1. Akuifer bagian atas dibentuk oleh Formasi Yogyakarta, dan terletak di bagian utara. Akuifer ini tersusun oleh lava andesit dan endapan breksi vulkanik Merapi Tua. Pada beberapa lokasi dijumpai adanya endapan lahar dan pasir lempungan. Bagian tengah Sistem Akifer Merapi tersusun atas pasir sedang sampai pasir kasar, kerikil dan bongkahan dengan diameter sekitar 0,5 m, serta lensa-lensa andesit dan breksi. Pada bagian selatan tersusun atas pasir halus sampai pasir sedang, lanau pasiran, lempung pasiran, dan kerikil halus. Pada bagian ini jarang dijumpai lensa-lensa lava maupun breksi vulkanik seperti dijumpai pada bagian tengah dan utara. Kedalaman maksimum akuifer mencapai 25 meter.
2. Akuifer bagian bawah, didominasi oleh endapan yang berasal dari Formasi Sleman. Di bagian utara akuifer ini tersusun oleh material pasir kasar, kerikil kasar dan bongkahan, endapan breksi vulkanik serta lensa lava andesit. Pada bagian ini dijumpai adanya sisipan tuff kasar, pasir lempungan, dan lempung dengan persebaran setempat. Bagian selatan sistem akuifer ini didominasi oleh pasir halus sampai pasir sedang, kerikil halus, pasir lempungan dan lempung pasiran. Ciri akuifer bawah memiliki tingkat produktivitas tinggi dan permeabilitas akuifer sedang sampai tinggi.
3. Dasar akuifer di bagian utara tersusun atas batuan breksi vulkanik dan lava andesit yang sangat kompak dan keras yang berasal dari endapan Merapi Tua. Di bagian tengah dan selatan berupa cekungan yang dibentuk oleh Formasi Sentolo; batuan intrusi di bagian barat dan batuan Tersier dari Formasi Nglanggran dan Semilir.

C. Pembatasan Penulisan

Penulisan ini dibatasi pada Kawasan Lereng Gunung Merapi bagian selatan sebagai *Recharge Area* Airtanah; yaitu: wilayah Lereng Atas, Tengah, Bawah, Lereng kaki, Kerucut Anakan dan Kerucut Volkan Merapi. Distribusi Landform dari Recharge area adalah sebagai berikut ini:

1. Lereng Atas volkan, terdistribusi di Kecamatan Pakem, Cangkringan, Turi.

2. Lereng Tengah volkan, terdistribusi di Kecamatan Pakem, Cangkringan, Turi.
3. Lereng Bawah volkan, terdistribusi di Kecamatan Pakem, Cangkringan, Turi.
4. Lereng Kaki volkan, terdistribusi di Kecamatan Pakem, Cangkringan, Turi, Ngemplak, Ngaglik, Sleman, Tempel.
5. Kerucut anakan, terdistribusi di Kecamatan Pakem.
6. Kerucut Volkan, terdistribusi di Kecamatan Pakem.

D. Sumber dan Analisis Data

Data diperoleh dari data sekunder tentang kondisi alam fisik wilayah daerah Lereng Gunung Merapi Bagian Selatan. Data tersebut adalah :

1. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)
(Sheet 1408 :244; 241; 242; 223; 224; 232; 214)
2. Peta Tematik Digital
(Peta : Landuse, Landcover, Landform, Administratif)
3. Basis Data Sumberdaya Wilayah Kabupaten Sleman (2001)
(Data : Sumberdaya lahan, Sumberdaya Air)

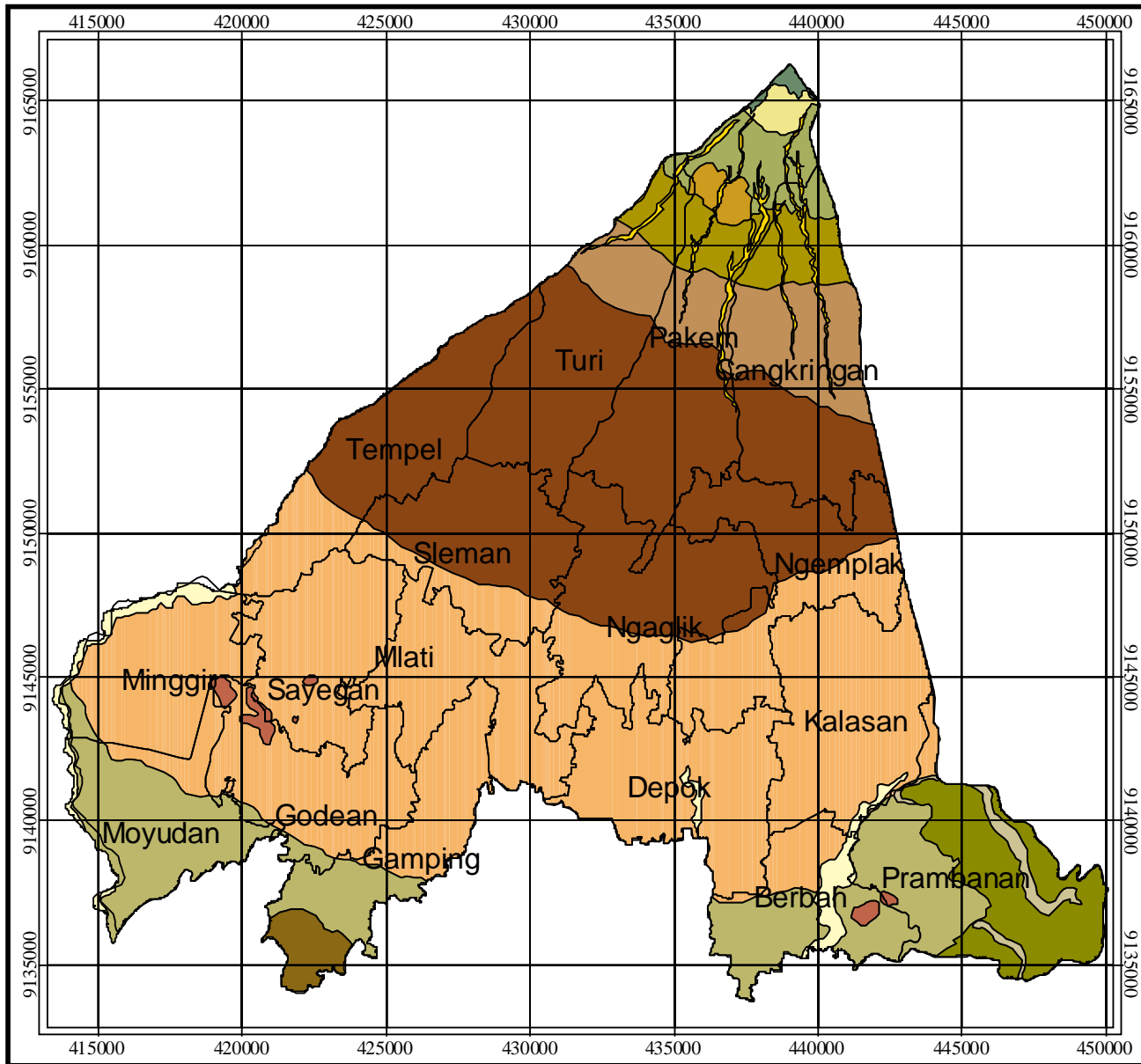
Tehnik analisis data, merupakan pengolahan data sekunder yang diperoleh dan dilakukan pengukuran dan penghitungan dengan menggunakan teknik analisis data sebagai berikut:

1. Analisis GIS, untuk menentukan Pola distribusi spatial potensi airtanah dengan menggunakan software Arc View 3.2
2. Neraca Keseimbangan Air, menentukan potensi ketersediaan air tanah dengan menggunakan Metode Rasional dan Metode Thornthwhite.

Penggunaan metode dan teknik estimasi jumlah kapasitas air dalam akuifer di Lereng Gunung Merapi bagian Selatan digunakan beberapa asumsi dasar, yaitu sebagai berikut ini:

1. Akuifer Gunung Merapi bagian selatan relatif homogen.
2. Gradient ketebalan akuifer Gunung Merapi bagian selatan bersifat teratur dinamik.
3. Validitas Data tahun 1998 (Data Luas Landuse, RBI)

PETA BENTUK LAHAN KABUPATEN SLEMAN



Legenda :

-  bukit terisolasi
-  dasar lembah
-  dataran aluvial vulkan
-  dataran fluvial vulkan
-  gawir sesar
-  kerucut anakan
-  kerucut vulkan
-  lereng atas vulkan
-  lereng bawah vulkan
-  lereng kaki vulkan
-  lereng tengah vulkan
-  medan lahar
-  perbukitan denudasional
-  perbukitan struktural
-  tang.sung dan dat.banjir

E. Kemampuan Lahan Lereng Gunung Merapi Bagian Selatan

Klasifikasi kemampuan lahan adalah penilaian komponen lahan yang menurut Arsyad (1989) adalah penilaian komponen-komponen lahan secara sistematis dan pengelompokan ke dalam berbagai kategori berdasar sifat-sifat yang merupakan potensi dan penghambat dalam penggunaan lahan. Berdasar Bentuk Lahan, wilayah Lereng Gunung Merapi bagian Selatan mempunyai Kelas kemampuan lahan dan arahan penggunaan lahan sebagai berikut:

Tabel Kelas Penggunaan Lahan dan Arahan Penggunaan Lahan

No	Satuan Bentuklahan	Kelas Kemampuan lahan	Arahan Penggunaan lahan	Penggunaan lahan sekarang	Ketidaksesuaian
1	Lereng Atas Vulkan	VI	Hutan Produksi, Perkebunan, Peternakan	Pertanian, Permukiman, Perkebunan, Peternakan, tambang	Permukiman, Peternakan, Tambang dibatasi
2	Lereng Tengah Vulkan	IV	Pertanian Sangat Terbatas	Pertanian, Pemukiman, Tambang	Pertambangan Perlu Diatur
3	Lereng Bawah Vulkan	III	Pertanian Terbatas	Pertanian, Pemukiman, Pertambangan	Pertambangan Perlu Dikendalikan
4	Dataran Kaki Vulkan	I	Pertanian sangat intensif	Pertanian, Pemukiman	Pemukiman perlu dikendalikan lokasinya
5	Kerucut Anakan	VIII	Cagar Alam, Hutan Lindung	Hutan	Sesuai
6	Kerucut Vulkan	VIII	Cagar Alam, Hutan Lindung	Hutan, Bero	Sesuai

Sumber : Suratman Woro: 2005

F. Analisis *Water Storage Capacity* Lereng Gunung Merapi Bagian Selatan

Kapasitas potensi penyediaan airtanah (St) merupakan hasil penjumlahan dari jumlah air pada *non saturated zone* dan *saturated zone*. Perhitungan kapasitas penyimpanan air tiap bentuk lahan dilakukan dengan asumsi dasar:

1. *Water Storage Capacity Awal* (St_0) berupa original landuse hutan di kawasan Lereng Gunung Merapi bagian selatan; Untuk Non saturated Zone digunakan perhitungan water holding capacity (WHC) dan untuk *Saturated Zone* digunakan perhitungan water storage berdasarkan porositas tanah dan batuan.
2. *Water Storage Capacity Sekarang* (St_{sk}) berupa Landuse sekarang; pekarangan, sawah, tegalan, hutan dan lainnya; Untuk Non saturated Zone digunakan perhitungan

water holding capacity (WHC) dan untuk *Saturated Zone* digunakan perhitungan water storage berdasarkan porositas tanah dan batuan.

Kapasitas penyimpanan air dalam tanah tidak terlepas dari porositas tanah yang ada dalam wilayah tersebut. Porositas menunjukkan perbandingan volume pori-pori udara antar partikel tanah per volume total tanah. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{v1}{V} \quad \text{atau} \quad \alpha = S_y + S_r$$

Dengan $S_y = \frac{W_y}{v3} \times 100\%$ dan $S_r = \frac{W_r}{V} \times 100\%$

Keterangan:

- | | |
|------------------------|--|
| α = porositas | S_r = Specific retention |
| $v1$ = volume udara | W_y = Volume air yang dapat diambil |
| $v2$ = volume tanah | W_r = Volume air yang tertinggal dalam tanah |
| S_y = Specific yield | |

Perhitungan kapasitas penyimpanan air tiap bentuk lahan dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut ini:

1. *Water Storage Capacity* pada *Non saturated Zone* (St_1)

$$St_1 = S_mR \times l_f \times A \times h$$

2. *Water Storage Capacity* pada *Saturated Zone* (St_2)

$$St_2 = S_y \times A \times h$$

Sehingga Kapasitas penyimpanan air dalam akuifer adalah :

$$St = St_1 + St_2$$

Perhitungan pada *Non saturated Zone* dan *Saturated Zone* dilakukan pada kondisi keadaan Landuse awal (hutan) dan Landuse sekarang (pekarangan, sawah, tegalan, hutan dan lainnya), sehingga dapat diketahui perbedaan storage air antara keadaan awal (t_0) dengan keadaan sekarang (t_{sk}), dirumuskan sebagai berikut ini :

$$\Delta St = \sum St_0 - \sum St_{sk}$$

$$\Delta St = (St_1 + St_2)_{awal} - (St_1 + St_2)_{sekarang}$$

ΔSt menunjukkan adanya defisit air berdasarkan perubahan landuse awal dan landuse sekarang.

Konservasi airtanah perlu adanya pengembalian fungsi lereng Gunung Merapi sebagai recharge area bagi daerah di bawahnya. Konsep konservasi air pada daerah *recharge area* adalah dengan memperbesar intersepsi, infiltrasi, dan perkolasi serta memperkecil terjadinya overland flow dengan memperhatikan beberapa aspek, yaitu :

1. Kemiringan lereng, ketebalan akuifer serta kedalaman water table
2. Tingkat Erosi Permukaan terhadap lahan.
3. Kekuatan lahan menahan massa vegetasi penutup.

Jumlah defisit air awal dan sekarang di Recharge area Lereng Merapi bagian Selatan adalah :

$$\begin{aligned}\Delta St_{0-Sk} &= St_0 - St_{Sk} \\ &= (1248,9 - 940,9) \times \text{juta m}^3 \\ &= 308 \text{ juta m}^3\end{aligned}$$

Jadi Defisit *water storage capacity* awal dengan sekarang di recharge area lereng Gunung Merapi bagian selatan adalah 308 juta m³.

**TABEL ANALISIS WATER STORAGE CAPACITY AWAL DALAM RECHARGE AREA AQUIFER
LERENG MERAPI BAGIAN SELATAN. KABUPATEN SLEMAN, PROPINSI DIY**

No.	Kecamatan	Bentuk Lahan	Luas (Ha)	Tekstur	Specific Yield (Sy)	Landuse				Tebal Akuifer (m)	Rerata tebal Akuifer (m)	Rerata Tebal Non Saturated Zone (hA) (m)	Rerata Tebal Saturated Zone (hB) (m)	Fluktuasi Water table (m)	Rerata Tebal Non Saturated Zone (hA') (m)	Rerata Tebal Saturated Zone (hB') (m)	WHC (juta m3)	Storage Saturated zone (juta m3)**	Maximum Storage Akuifer (juta m3)		
						Hutan															
						SmR (mm)	C	If	Luas (Ha)												
1	Tempel	Lereng Kaki	2057.7	Pasir Sedang	0.240	250	0.1	0.90	2058	52.5 - 91	71.8	7	64.8	2.5	4.5	74.3	20.8	122.2	143.0		
		Dataran Fluvial	1191.3							91 - 140			108.5							118.0	
2	Sleman	Lereng Kaki	2125.3	Pasir Sedang	0.240	250	0.1	0.90	2125	52.5 - 91	71.8	11	60.8	3.1	7.9	74.9	37.8	127.3	165.0		
		Dataran Fluvial	1006.7							91 - 140			104.5							118.6	
3	Ngemplak	Lereng Kaki	2123.2	Pasir Sedang	0.240	150	0.1	0.90	2123	52.5 - 91	71.8	9.7	62.1	3.4	6.3	75.2	18.1	127.6	145.7		
		Dataran Fluvial	1447.8							91 - 140			105.8							118.9	
4	Ngaglik	Lereng Kaki	2361	Pasir Sedang	0.240	250	0.1	0.90	2361	52.5 - 91	71.8	9.7	62.1	3.1	6.6	74.9	35.1	141.4	176.4		
		Dataran Fluvial	1491							91 - 140			105.8							118.6	
5	Cangkringan	Lereng Kaki	1450.8	18 % Pasir Sedang; 72 % Pasir Kasar	0.232	250	0.1	0.90	1451	52.5 - 91	71.8	11.8	60.0	2.8	9.0	74.6	29.4	83.6	223.3		
		Lereng Bawah	1674.2							41.5 - 52.5			35.2							49.8	64.4
		Lereng Tengah	1227.6							30.5 - 41.5			24.2							38.8	36.4
		Lereng Atas	446.4							19.5 - 30.5			13.2							27.8	9.5
6	Turi	Lereng Kaki	1846.7	88 % Pasir Sedang; 12 % Pasir Pasir Kasar	0.239	250	0.1	0.90	1847	52.5 - 91	71.8	10	61.8	2.9	7.1	74.7	29.5	109.7	222.7		
		Lereng Bawah	1231.2							41.5 - 52.5			37.0							49.9	48.9
		Lereng Tengah	861.8							30.5 - 41.5			26.0							38.9	26.4
		Lereng Atas	369.3							19.5 - 30.5			15.0							27.9	8.1
7	Pakem	Lereng Kaki	1289.4	40 % Pasir sedang; 60 % Pasir Kasar	0.236	250	0.1	0.90	1289	52.5 - 91	71.8	10	61.8	2.7	7.3	74.5	21.2	75.5	172.8		
		Lereng Bawah	653.3							41.5 - 52.5			37.0							49.7	25.5
		Lereng Tengah	722.1							30.5 - 41.5			26.0							38.7	21.8
		Lereng Atas	945.6							19.5 - 30.5			15.0							27.7	20.4
		Kerucut Anakan	343.8							25-32.5			18.8							31.5	8.4
		Kerucut Vulkan	429.8																		
JUMLAH WATER STORAGE CAPACITY AWAL																		1248.9			

Sumber

Bappeda Sleman: 1998

Tood: 1980

Geografi UGM; 1995

Geografi UGM; 1995

** Dengan Asumsi Proporsi Kerikil, Batu Kasar dan Pasir adalah sama (33,3%)

**TABEL ANALISIS WATER STORAGE CAPACITY SEKARANG DALAM RECHARGE AREA AQUIFER
LERENG MERAPI BAGIAN SELATAN. KABUPATEN SLEMAN, PROPINSI DIY**

No	Kecamatan	Bentuk Lahan	Luas (Ha)	Tekstur	Specific Yield (Sy)	Landuse																				Tebal Akuifer (m)	Rerata tebal Akuifer (m)	Rerata Tebal Non Saturat Zone (m)	Rerata Saturat Zone (m)	WH C (juta m3)	Storage Saturat zone (juta m3)**	Maxim um Storage Akuifer (juta m3)			
						Pekarangan				Sawah				Tegalan				Hutan				Lain-Lain													
						SmR (mm)	C	If	Luas (Ha)	SmR (mm)	C	If	Luas (Ha)	SmR (mm)	C	If	Luas (Ha)	SmR (mm)	C	If	Luas (Ha)	SmR (mm)	C	If	Luas (Ha)										
1	Tempel	Lereng Kaki	2057.7	Pasir Sedang	0.240	30	0.95	0.05	1018	50	0.25	0.75	1854	150	0.2	0.80	7	250	0.1	0.90	0	76	0.35	0.65	305	52.5 - 91	71.8	7	64.8	6.1	106.6	112.7			
		Dataran Fluvial	1191.3			91 - 140	115.5	108.5																											
2	Sleman	Lereng Kaki	2125.3	Pasir Sedang	0.240	30	0.95	0.05	973	50	0.25	0.75	1647	150	0.2	0.80	8	250	0.1	0.90	0	76	0.35	0.65	504	52.5 - 91	71.8	11	60.8	9.8	103.2	113.0			
		Dataran Fluvial	1006.7			91 - 140	115.5	104.5																											
3	Ngemplak	Lereng Kaki	2123.2	Pasir Sedang	0.240	30	0.95	0.05	840	30	0.25	0.75	2039	150	0.2	0.80	282	150	0.1	0.90	0	76	0.35	0.65	410	52.5 - 91	71.8	9.7	62.1	9.8	105.3	115.1			
		Dataran Fluvial	1447.8			91 - 140	115.5	105.8																											
4	Ngaglik	Lereng Kaki	2361	Pasir Sedang	0.240	30	0.95	0.05	1320	50	0.25	0.75	1922	150	0.2	0.80	200	250	0.1	0.90	0	76	0.35	0.65	409	52.5 - 91	71.8	9.7	62.1	11.5	117.1	128.6			
		Dataran Fluvial	1491			91 - 140	115.5	105.8																											
5	Cangkringan	Lereng Kaki	1450.8	18 % Pasir Sedang; 72 % Pasir Kasar	0.232	30	0.95	0.05	1470	50	0.25	0.75	1135	150	0.2	0.80	1192	250	0.1	0.90	150	76	0.35	0.65	852	52.5 - 91	71.8	11.8	60.0	31.1	67.1	170.6			
		Lereng Bawah	1674.2																							41.5 - 52.5	47.0		35.2				45.1		
		Lereng Tengah	1227.6																							30.5 - 41.5	36.0		24.2				22.7		
		Lereng Atas	446.4																							19.5 - 30.5	25.0		13.2				4.5		
6	Turi	Lereng Kaki	1846.7	88 % Pasir Sedang; 12 % Pasir Kasar	0.239	30	0.95	0.05	1046	50	0.25	0.75	1373	150	0.2	0.80	1187	250	0.1	0.90	236	76	0.35	0.65	466	52.5 - 91	71.8	10	61.8	27.2	90.7	175.8			
		Lereng Bawah	1231.2																							41.5 - 52.5	47.0		37.0				35.9		
		Lereng Tengah	861.8																							30.5 - 41.5	36.0		26.0				17.7		
		Lereng Atas	369.3																							19.5 - 30.5	25.0		15.0				4.4		
7	Pakem	Lereng Kaki	1289.4	40 % Pasir sedang; 60 % Pasir Kasar	0.236	30	0.95	0.05	1045	50	0.25	0.75	1796	150	0.2	0.80	356	250	0.1	0.90	48	76	0.35	0.65	190	52.5 - 91	71.8	10	61.8	13.2	62.6	125.3			
		Lereng Bawah	653.3																							41.5 - 52.5	47.0		37.0				18.8		
		Lereng Tengah	722.1																							30.5 - 41.5	36.0		26.0				14.6		
		Lereng Atas	945.6																							19.5 - 30.5	25.0		15.0				11.0		
		Kerucut Anakan	343.8																							25-32.5	28.8		18.8				5.0		
		Kerucut Vulkan	429.8																																
JUMLAH WATER STORAGE CAPACITY SEKARANG																																			940.9

Sumber Bappeda Sleman: 1998 Tood: 1980 Bappeda Kab Sleman: 1998 Geografi UGM; 1995

** Dengan Asumsi Proporsi Kerikil, Batu Kasar dan Pasir adalah sama (33,3%)

G. Alternatif Usaha Konservasi Air Lereng Gunung Merapi Bagian Selatan

Untuk menanggulangi defisit air di Recharge area Lereng Gunung Merapi bagian Selatan dilakukan beberapa alternatif konservasi air, yaitu sebagai berikut ini:

1. Metode Fisik Mekanik
 - a. Pembuatan Sumur Resapan
 - b. Pembuatan Teras
 - c. Pembuatan Situ (embung)
2. Metode Vegetatif

Alternatif dalam perhitungan konservasi air pada recharge area Lereng Gunung Merapi bagian selatan dapat dijelaskan sebagai berikut ini :

1. Metode Fisik Mekanik
 - a. Pembuatan Sumur Resapan
Perhitungan jumlah air yang diresapkan dalam tanah dengan sumur resapan adalah:

$$V = A \times C \times (rP - rEP)$$

Keterangan :

V = Volum air yang teresapkan dalam tanah

C = Index resapan air

A = Luas Wilayah resapan

rP = rerata presipitasi tahunan

rEP = rerata evapotranspirasi tahunan

dengan rEP merupakan rerata evapotranspirasi tahunan yang dihitung berdasarkan evapotranspirasi bulanan (PEx) dan diketahui suhu bulanan (tn), maka dapat diketahui dengan beberapa persamaan sebagai berikut :

$$PEx = 16 \left(\frac{10t}{j} \right)^a$$

dimana :

$$j = 0,09tn^{\frac{3}{2}} \quad \text{dan} \quad J = \sum_1^{12} j \quad \text{dan} \quad a = 0,016J + 0,5$$

Perhitungan jumlah air yang diresapkan dalam tanah dengan sumur resapan daerah Pekarangan pada recharge area Lereng Gunung Merapi bagian selatan adalah: ($\sum A = 7713$ Ha; $rP = 2554,2$ mm/th; $rEP = 964,8$)

$$\begin{aligned} V &= A \times C \times (rP - rEP) \\ &= 77.130.000 \times 0,95 \times (2,554 - 90 \% \times 0,965) \\ V &= 123,5 \text{ juta m}^3/\text{th} \end{aligned}$$

Jadi volume air yang dapat diresapkan melalui sumur resapan pada lahan pekarangan seluas 7713 ha adalah 123,5 juta m³/th.

b. Pembuatan Teras

Pembuatan Teras pada Lahan Pertanian basah Kelas II – IV yang mempunyai kemiringan Lereng < 15 %; terdapat di Kecamatan Pakem dan Ngaglik ($\sum A = 3718$ Ha) maka jumlah air yang dapat diresapkan pada pertanian basah adalah :

$$\begin{aligned} V &= A \times C \times (rP - rEP) \\ &= 3.718.000 \times 0,75 \times (2,554 - 0,965) \\ V &= 44,3 \text{ juta m}^3/\text{th} \end{aligned}$$

Jadi volume air yang dapat diresapkan melalui teras pada lahan pertanian seluas 3718 ha adalah 44,3 juta m³/th

c. Pembuatan Situ (embung)

Pembuatan Situ/ Embung pada Tegalan ($\sum A = 3232$ Ha)

$$\begin{aligned} V &= A \times C \times (rP - rEP) \\ &= 3.232.000 \times 0,95 \times (2,554 - 0,965) \\ V &= 48,8 \text{ juta m}^3/\text{th} \end{aligned}$$

Jadi volume air yang dapat diresapkan melalui Situ (embung) pada lahan pertanian seluas 3232 ha adalah 48,8 juta m³/th

2. Metode Vegetatif

Menambah kuantitas & kualitas Landcover vegetation:

» Memanfaatkan 50 % Lahan Lain-lain untuk *Greenbelt* ($\sum A = 1568$ Ha), maka jumlah air yang dapat diresapkan adalah:

$$\begin{aligned}
 V &= A \times C \times (rP - rEP) \\
 &= 1.568.000 \times 0,9 \times (2,554 - 0,965) \\
 V &= 22,4 \text{ juta m}^3/\text{th}
 \end{aligned}$$

Jadi volume air yang dapat diresapkan melalui green belt (hutan) pada lahan lain-lain seluas 1568 ha adalah 22,4 juta m³/th

Jadi Efisiensi yang dapat dilakukan untuk mensikapi defisit airtanah pada recharge area lereng Gunung Merapi bagian selatan adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi } (\eta) &= \text{Jumlah Volum Konservasi Air} - \text{Defisit air } (\Delta St_{0-sk}) \\
 &= \{(123,5 + 44,3 + 44,8 + 22,4) - 308\} \cdot \text{juta m}^3/\text{th} \\
 &= - 69 \text{ juta m}^3/\text{th}
 \end{aligned}$$

Jadi Usaha konservasi lahan yang dilakukan belum dapat mengembalikan jumlah resapan air ke dalam tanah seperti keadaan awal (hutan) sejumlah 69 juta m³/th; akan tetapi sudah melakukan efisiensi peresapan air sejumlah 239 69 juta m³/th.

Data Curah Hujan, Temperatur dan Evapotranspirasi Rerata Bulanan di Kabupaten Sleman Tahun 1989-1998

	CH & T	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	J	Σ P (mm/th)	Σ EP (mm/th)
Tempel	Curah Hujan	416.6	374.9	318.8	206.2	105.2	121.7	35.0	38.0	48.0	146.5	273.2	365.7		2449.4	
	Suhu	24.9	25.0	25.6	25.5	25.7	25.1	24.4	24.3	25.4	26.1	25.8	25.3			
	j	11.2	11.2	11.7	11.6	11.7	11.3	10.8	10.8	11.5	12.0	11.8	11.5	137.2		
	a	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7			
	Evapotranspirasi	80.0	80.3	86.0	85.1	87.1	81.5	75.4	75.0	84.3	90.4	88.0	83.5			996.6
Sleman	Curah Hujan	399.0	403.0	341.0	248.0	101.0	106.0	62.0	41.0	21.0	167.0	336.0	343.0		2568.0	
	Suhu	25.1	25.1	25.7	25.6	25.9	25.2	24.5	24.5	25.5	26.2	25.9	25.4			
	j	11.3	11.3	11.7	11.7	11.8	11.4	10.9	10.9	11.6	12.1	11.9	11.5	138.2		
	a	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7			
	Evapotranspirasi	80.3	80.5	86.2	85.3	87.4	81.8	75.7	75.3	84.5	90.7	88.3	83.7			999.7
Ngemplak	Curah Hujan	376.0	377.0	247.9	171.2	102.1	136.0	18.0	33.9	35.4	79.9	180.5	339.2		2097.1	
	Suhu	25.1	25.1	25.8	25.7	25.9	25.3	24.6	24.5	25.6	26.3	26.0	25.5			
	j	11.3	11.3	11.8	11.7	11.9	11.4	11.0	10.9	11.7	12.1	11.9	11.6	138.6		
	a	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7			
	Evapotranspirasi	80.4	80.7	86.4	85.5	87.6	81.9	75.8	75.4	84.7	90.8	88.4	83.8			1001.3
Ngaglik	Curah Hujan	434.1	346.8	296.6	164.3	109.3	137.3	7.9	34.9	74.9	125.9	210.4	388.4		2330.8	
	Suhu	25.3	25.3	26.0	25.9	26.1	25.5	24.8	24.7	25.8	26.4	26.2	25.7			
	j	11.4	11.5	11.9	11.8	12.0	11.6	11.1	11.0	11.8	12.2	12.1	11.7	140.1		
	a	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7			
	Evapotranspirasi	80.8	81.0	86.8	85.9	88.0	82.3	76.1	75.7	85.1	91.3	88.8	84.2			1006.0
Cangkringan	Curah Hujan	448.8	379.4	276.0	222.9	86.5	63.8	25.2	49.2	53.9	112.8	258.6	327.3		2304.4	
	Suhu	21.9	21.9	22.5	22.4	22.7	22.0	21.3	21.3	22.4	23.0	22.8	22.3			
	j	9.2	9.2	9.6	9.6	9.7	9.3	8.9	8.8	9.5	9.9	9.8	9.5	113.0		
	a	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3			
	Evapotranspirasi	73.4	73.7	78.7	77.9	79.8	74.8	69.3	68.9	77.2	82.6	80.5	76.5			913.4
Turi	Curah Hujan	486.0	457.0	393.0	375.0	164.0	153.0	71.0	53.0	31.0	693.0	395.0	418.0		3689.0	
	Suhu	22.4	22.4	23.0	22.9	23.2	22.5	21.8	21.8	22.8	23.5	23.2	22.7			
	j	9.5	9.5	9.9	9.9	10.0	9.6	9.2	9.1	9.8	10.3	10.1	9.8	116.7		
	a	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4			
	Evapotranspirasi	74.5	74.7	79.9	79.1	81.0	75.8	70.3	69.9	78.3	83.9	81.7	77.6			926.7
Pakem	Curah Hujan	393.5	370.3	296.6	246.1	124.4	175.7	22.7	56.4	66.3	101.5	281.9	305.1		2440.5	
	Suhu	21.8	21.8	22.4	22.3	22.6	21.9	21.2	21.2	22.2	22.9	22.6	22.1			
	j	9.1	9.1	9.6	9.5	9.6	9.2	8.8	8.8	9.4	9.9	9.7	9.4	112.1		
	a	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3			
	Evapotranspirasi	73.2	73.4	78.4	77.6	79.5	74.5	69.1	68.7	76.9	82.3	80.2	76.2			910.0
	Rerata CH bulanan	422.0	386.9	310.0	233.4	113.2	127.6	34.5	43.8	47.2	203.8	276.5	355.2	Rerata Tahunan	2554.2	964.8
	Rerata Suhu bulanan	23.8	23.8	24.4	24.3	24.6	23.9	23.2	23.2	24.2	24.9	24.7	24.2			
	Rerata EP bulanan	77.5	77.8	83.2	82.3	84.3	78.9	73.1	72.7	81.6	87.4	85.1	80.8			

** Original Condition (Presepitasi yang jatuh ke permukaan masuk menjadi infiltrasi)

$$PE_x = 16 \left(\frac{10t}{j} \right)^a$$

$$j = 0,09tm^{0,3}$$

$$J = \sum_1^{12} j$$

$$a = 0,016J + 0,5$$

H. Kesimpulan dan Rekomendasi

- ◆ Penyusutan Water Storage Capacity pada dataran Sedimen Merapi disebabkan oleh:

1. Perubahan Landuse serta Landcover wilayah Recharge Area.
2. Penggundulan hutan oleh manusia.
3. Pertumbuhan Penduduk yang berakibat pada peningkatan jumlah kebutuhan airtanah>>memperbesar volume pengambilan airtanah
4. Pengolahan Lahan tidak sesuai dengan Kelas Kemampuan Lahannya
5. Pengurangan volume akuifer karena pertambangan yang tidak ramah lingkungan

- ◆ Rekomendasi Konservasi Air

1. Metode Fisik Mekanik

- » Pembuatan Sumur Resapan pada Pekarangan efisiensi = 123,5 juta m³/th
- » Pembuatan Teras pada Lahan Pertanian basah Kelas II – IV =44,3 juta m³/th
yang terdapat di Pakem dan Ngaglik
- » Pembuatan Situ/ Embung pada Tegalan =48,8 juta m³/th

2. Metode Vegetatif

- » Memanfaatkan 50 % Lahan Lain-lain untuk *Greenbelt* =22,4 juta m³/th

JUMLAH EFISIENSI WATER STORAGE CAPACITY = 239 juta m³/th

I. DAFTAR PUSTAKA

_____, 2001, Penyusunan Basis Data Sumber Daya Wilayah di Kabupaten Sleman, Bappeda Kab Sleman- Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.

_____, 2000, Praktikum Hidrogeologi Umum, ITB, Bandung.

Darmakusuma D, Presentasi Kuliah : “Metode Thornthwaite & Matter” serta “Konservasi Air Sumur Resapan”.

Ig. Setyawan Purnama, Dr, 2000, Bahan Ajar Geohidrologi, Yogyakarta.

Suratman Woro, Dr, 2005, Klasifikasi Lahan untuk Perencanaan Penggunaan Lahan di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta, *Forum Perencanaan Pembangunan - Edisi Khusus, Januari 2005*.

Slamet Suprayogi, Dr, Bahan Kuliah Hidrologi Lingkungan

Sudarmaji, Prof, Dr, M.Eng.Sc, Hidrologi Lingkungan

Tood, D.K, 1984, Groundwater Hydrology, 2nd ed, John Willey and Sons, New York, USA.

Wilson, E. M, 1993, Hidrologi Teknik, ITB Press, Bandung.