

KARAKTERISTIK AKUIFER AIR TANAH DANGKAL DI ENDAPAN MUDA MERAPI YOGYAKARTA

Erik Febriarta¹⁾, Ajeng Larasati^{2),3)}

¹⁾Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Janabadra

²⁾Magister Pengelolaan Pesisir Daerah Aliran Sungai, Fakultas Geografi, Universitas Gadjadara

³⁾Palawa Karya, Yogyakarta

E-mail: e.febriarta@gmail.com

Abstrak

Peran air tanah semakin lama semakin penting dan strategis karena menyangkut kebutuhan dasar hajat hidup orang banyak dalam berbagai aktivitas masyarakat. Pemanfaatan air tanah dalam suatu cekungan air tanah perlu mempertimbangkan potensi yang terkandung dalam suatu cekungan tersebut, agar pemanfaatannya dapat dilakukan secara optimal dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui 1) laju pergerakan tanah atau keterusan air tanah, 2) nilai kemampuan batuan meluuskan air di dalam rongga batuan, dan 3) pengaruh jari-jari pemompaan. Nilai uji pompa (pumping test) merupakan salah satu teknik yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik akuifer. Lokasi uji pompa (pumping test) berada di Kecamatan Sewon Kabupaten Bantul, secara litologi adalah material lepas berupa pasir hasil pengendapan aktivitas Gunungapi Merapi, yang secara morfologi berada di kaki Gunungapi Merapi, yang secara hidrogeologi termasuk pada zona lepasan air tanah atau daerah discharge. Metode yang digunakan untuk mengetahui parameter akuifer adalah pemompaan periode pendek dengan pendekatan perhitungan Theis dan Cooper-Jacob. Hasil pemompaan menunjukkan karakteristik hasil transmivitas (T) rata-rata adalah $1048,6 \text{ m}^2/\text{hari}$ dan nilai rata-rata konduktivitas hidrolis (K) adalah $679,8 \text{ m}/\text{hari}$. Berdasarkan karakteristik tersebut, potensi jari-jari pengaruh pemompaan sebesar $17,67 \text{ m}$.

Kata Kunci : Air tanah, Akuifer, Konduktivitas Hidrolis, Transmivitas, Uji pompa

Abstract

The role of groundwater has become increasingly important and strategic because it involves the basic needs of the lives of many people in various activities. To be able to utilize groundwater in a groundwater basin optimally and sustainably, the potential contained in the basin itself needs to be considered. This study aimed to determine 1) the rate of groundwater movement or groundwater continuity, 2) the ability of rocks to allow water to flow through their pores, and 3) the pumping radius of influence. The pumping test was one of the techniques employed to determine the characteristics of the aquifer. It was carried out in Sewon District, Bantul Regency, which represented specific lithological, morphological, and hydrogeological features. Morphologically, the test site was at the foot of Merapi Volcano and, lithologically, in loose materials, i.e., sands from the sedimentation activity of the volcano. Meanwhile, hydrogeologically, it was part of the groundwater discharge zone. The method used to identify the aquifer parameters was short-period pumping with the Theis and Cooper-Jacob approaches for the calculation. The pumping test results showed an average transmissivity (T) of $1048.6 \text{ m}^2/\text{day}$ and an average hydraulic conductivity (K) of $679.8 \text{ m}/\text{day}$. Based on these characteristics, the pumping radius of influence was potentially 17.67 m .

Keywords: Aquifer, Groundwater, Hydraulic Conductivity, Pumping Test, Transmissivity

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan air bersih merupakan kebutuhan dasar setiap pemenuhan kebutuhan hidup dan kegiatan domestik secara lokal (Harjito, 2014). Pengambilan air bersih dari sumur gali maupun

Dikirim/submitted: 4 Mei 2020

Diterima/accepted: 18 Mei 2020

sumur bor merupakan sumber air yang diperoleh secara lokal tanpa membeli, misalkan jaringan air bersih dari perusahaan air minum (PAM). Air permukaan dan air tanah yang umumnya sering dimanfaatkan, walaupun pemanfaatan air tanah (*groundwater*) belum optimal dibandingkan air permukaan (*surface water*) (Santosa dan Adji, 2014). Hal ini dikarenakan air permukaan lebih mudah diperoleh dan dimanfaatkan. Akan tetapi, bila dilihat dari distribusi air di bumi tersebut maka air tanah memiliki potensi pemanfaatan yang sangat besar. Potensi atau kemampuan air tanah dapat dimanfaatkan dengan cara dipompa mempunyai batasan tertentu berdasarkan karakteristik akuifer dari kondisi hidrogeologi regional (Sutardi dkk., 2018; Anam dan Adji, 2018). Secara umum tipe air tanah di atas endapan Merapi muda adalah tipe akuifer bebas dengan material penyusun pasir. Pengukuran parameter akuifer diperlukan untuk mengetahui potensi kemampuan maksimum air tanah dalam pemanfaatan air tanah untuk pemenuhan kebutuhan air bersih (Iskandar dan Adji, 2017).

Kuantitas air tanah yang ada pada satu daerah sangat berkaitan dengan sistem dan karakteristik akuifer bahan penyusunnya diantaranya adalah kapasitas jenis dan transmivitas (Setiawan dan Asgaf, 2016). Parameter akuifer untuk mengetahui potensi air tanah antara lain, yaitu ; nilai K (Permeabilitas / kelulusan), nilai T (Transmivitas / keterusan), nilai S (koefisien simpanan), dan nilai r (Jarak pengaruh pemompaan) (Bouwer, 1978). Untuk mendapatkan nilai parameter akuifer tersebut dilakukan uji pemompaan air tanah dari sumur warga dengan waktu yang pendek (*short period*) dengan mempertimbangkan secara kondisi hidrogeologi regional merupakan akuifer bebas dengan material pasir sehingga respon dari akuifer dapat diketahui dengan sampel waktu yang pendek, misal pemompaan 1-4 jam (Febriarta, 2015 dan Fetter, 2004). Uji pemompaan ini merupakan suatu metode yang dapat digunakan secara luas untuk mengetahui karakteristik teknis akuifer (Prakoso dkk., 2014). Metode yang digunakan untuk analisis perhitungan parameter akuifer adalah pendekatan perhitungan Cooper-Jacob untuk data penurunan atau pemompaan air tanah dan perhitungan Theis untuk data kenaikan atau nilai pulih tinggi muka air tanah setelah pemompaan (Fetter, 2004 ;Todd dan Mays, 2005). Berdasarkan latar belakang tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah menentukan potensi akuifer bebas dilihat dari nilai kelulusan dan keterusan di satuan endapan Merapi muda.

2. METODE PENELITIAN

2.1. LOKASI PENGUKURAN

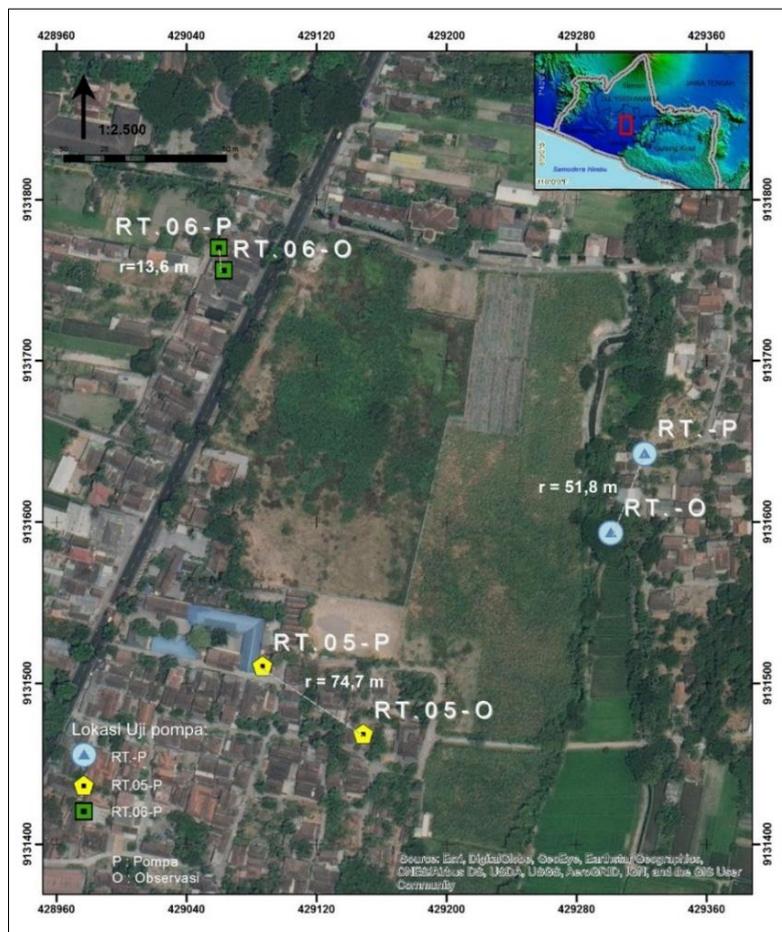
Uji pemompaan dilakukan disumur penduduk secara administrasi berada di Pedukuhan Ngireng-ireng, dan Pedukuhan Cabean, Desa Panggungharjo, yang di Kecamatan Sewon Kabupaten Bantul, D.I.Yogyakarta. Setiap uji pompa (*pumping test*) memerlukan 2 (dua)

sumur yaitu sumur pompa dan sumur pantau. Lokasi uji pompa (*pumping test*) dan sumur observasi disajikan pada Gambar 1 dan Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi pengukuran uji pompa (*pumping test*)

No.	X	Y	Elv mdpal	Kode	Status Uji Pompa	Jarak Observasi (m)
1	429060	9131770	72	RT.06-P	Pompa	13,6
2	429063	9131756	72	RT.06-O	Observasi	
3	429087	9131511	73	RT.05-P	Pompa	74,7
4	429149	9131469	73	RT.05-O	Observasi	
5	429301	9131593	75	RT.-P	Pompa	51,8
6	429322	9131642	75	RT.-O	Observasi	

Sumber : Pengukuran lapangan (2017)



Gambar 1. Lokasi Uji pompa

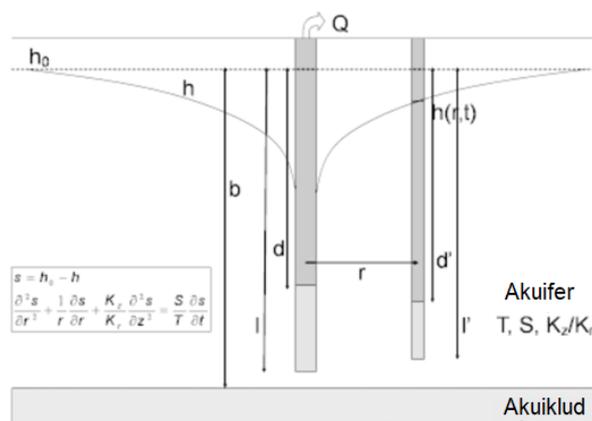
Lokasi uji pompa pada lokasi RT.05 dan RT.06 berada di penggunaan lahan permukiman warga dan pada lokasi RT berada di penggunaan lahan terbuka. Pada lokasi sumur pompa (a)

merupakan lokasi pengambilan air sedangkan pada sumur pantau (b) merupakan sumur yang diamati dampak dari penurunan air tanah.

2.2. METODE UJI POMPA (*PUMPING TEST*)

Metode untuk mengetahui parameter akuifer adalah dengan pengukuran langsung dilapangan. Pengukuran parameter akuifer memerlukan 2 (dua) sumur, yaitu ; sumur pompa dan sumur pantau. Pengukuran uji pompa (*pumping test*) memasukan pencatat data otomatis (*logger*) tinggi muka air tanah di kedua sumur dengan interval 1 menit selama 2 jam (Bouwer, 1978; Febriarta, 2016.). Metode pengukuran dengan durasi pendek (*short period*). Waktu pemompaan selama 2 jam dan pengukuran waktu balik atau waktu kambuh selama 1 jam (Fetter, 2004 ;Todd, dan Mays, 2005). Ilustrasi pengukuran uji pompa (*pumping test*) dengan metode Theis dan Cooper-Jacob disajikan pada Gambar 2.

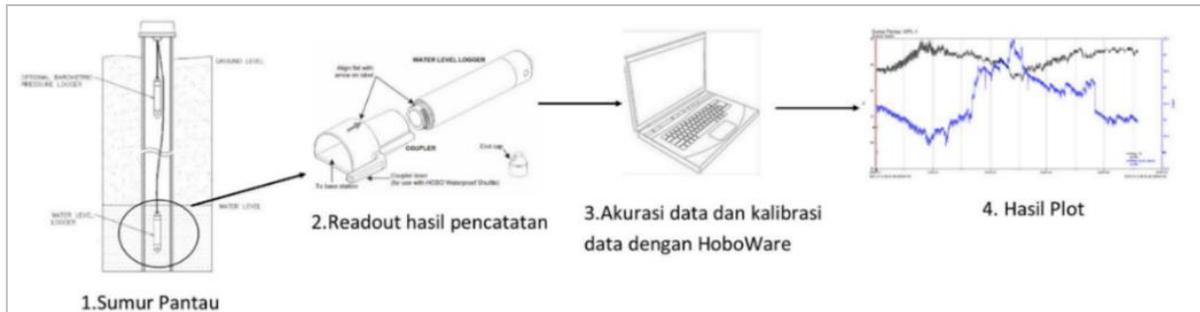
Tahapan uji pompa antara lain menghitung dan mencatat dimensi sumur pompa (a) dan sumur pantau (b), menghitung jarak kedua sumur (r) dari sumur yang dipompa (a) dengan sumur pantau (b) dengan plotting *Global Positioning System* (GPS) dengan koordinat Universal Transverse Mercator (UTM). Parameter yang dicatat ketika uji pompa di sumur pompa (a) antara lain menghitung besar debit pompa air (nilai Q), uji pompa dengan periode pendek selama 2 jam. Setelah 2 jam pemompaan, diamati waktu pulih atau waktu balik ke posisi awal pemompaan (Bouwer, 1978; Febriarta, 2015).



Gambar 2. Ilustrasi pengukuran uji pompa dengan sumur pantau (Bouwer, 1978)

Pencatat otomatis (*logger*) mempunyai data pencatatan air tanah dari optik pembaca instrumen sensor dengan bantuan kabel data kedalam komputer. Untuk mengolah data perlu dilakukan akurasi data (data kedalaman sumur) sebagai data akurasi dan kalibrasi data tinggi muka air.

Plot hasil perekaman dengan data kompensasi tekanan sebagai data tinggi muka air, alur pengunduhan hasil pencatatan tinggi muka otomatis disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Langkah pembacaan pencatat otomatis (*logger*) (Febriarta, 2016)

2.3. ANALISIS DATA UJI POMPA (*PUMPING TEST*)

2.3.1 ANALISIS TRANSMIVITAS (T) DAN KONDUKTIVITAS HIDROLIK (K)

Berdasarkan data uji dilakukan analisis untuk mendapatkan parameter akuifer meliputi nilai keterusan / transmivitas –T, nilai kelulusan / permeabilitas–K, dengan pendekatan metode grafik. Dalam menganalisis data pengamatan uji pemompaan menggunakan data surutan atau penurunan muka air tanah digunakan Metode Copper-Jacob I dan Theis (Fetter, 2004 ;Todd dan Mays, 2005). Nilai permeabilitas/kelulusan –T, diperoleh dari rumus Copper-Jacob I (metode waktu terhadap waktu penurunan) sebagai berikut (Bouwer, 1978):

$$T = \frac{2,30 \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot \Delta s} \dots\dots\dots(1)$$

Untuk perhitungan koefisien storage (S), menggunakan pendekatan, sebagai berikut ;

$$S = \frac{2,25 \cdot T \cdot t_0}{r^2} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

T =Transmivitas/keterusan (m²/hari)

Q = debit (m³/hari) (debit diperoleh dari pengukuran output debit pompa air)

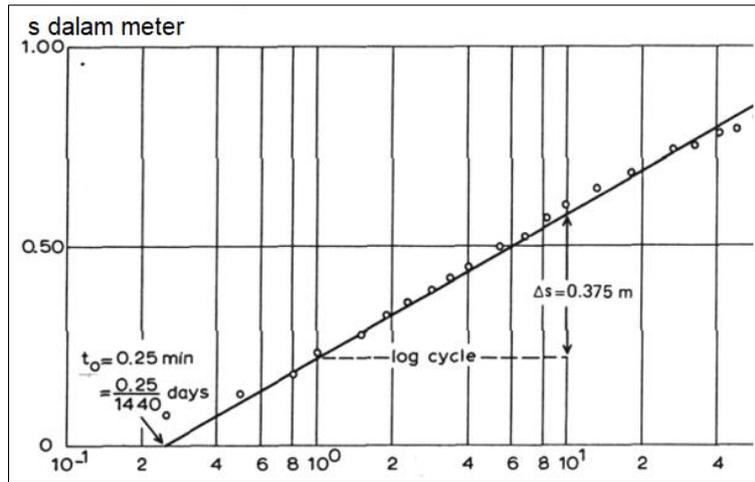
π = 3,14 atau 22/7

Δs = selisish penurunan (*drawdown*) satu siklus log

r = jarak sumu observasi (m)

t₀ = waktu ke- (menit ke-120/2 jam)

Langkah perhitungan diperoleh dari plot data pumping test ke dalam kertas semilog, dengan drawdown (s) pada skala biasa (tegak). Hasil dari titik-titik hasil pengeplotan tadi, tarik garis lurus sehingga didapatkan t₀. Δs dapat dihitung dari selisish drawdown pada satu siklus log (Gambar 4) (Febriarta, 2016). Hasil dari plot data menghasilkan nilai t₀ dan Δs, nilai-nilai tersebut kedalam rumus Copper-Jacob.



Gambar 4. Pencarian nilai t_0 dan Δs (Bouwer, 1978)

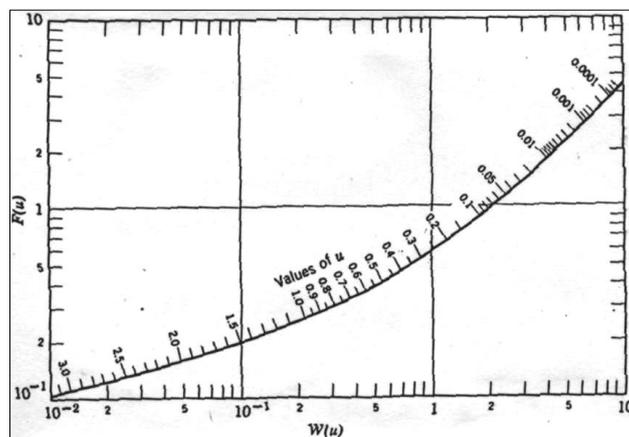
Untuk mengurangi ketidakakuratan selisish *drawdown* pada satu siklus log digunakan rumus Chow Data yang dipergunakan pada metode ini adalah data penurunan (*drawdown*) dari sumur observasi yang diplot pada kertas skala semilog seperti pada metode Jacob. Nilai plot tersebut tarik garis yang mewakili hasil plot tersebut. Hasil dari penarikan garis tersebut menentukan pula satu titik tertentu sepanjang garis tersebut pada satu siklus log untuk memperoleh nilai s dan t . Nilai $F(u)$ dapat diperoleh dengan rumus pada persamaan 3 dan Nilai $W(u)$ dan nilai u dapat diperoleh dari Gambar 5.

$$F(u) = \frac{s}{\Delta s} \text{ dengan skala log(3)}$$

Keterangan :

s = selisih penurunan (*drawdown*) (m)

Δs = selisish penurunan (*drawdown*) satu siklus log



Gambar 5. Kurva baku untuk mencari u dan $W(u)$ (Bouwer, 1978).

$$T = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot s} W(u) \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- T = Transmivitas/keterusan (m²/hari)
- Q = debit (m³/hari)
- π = 3,14 atau 22/7
- Δs = selisish grafik penurunan (*drawdown*) satu siklus log (Gambar 4)
- W(u) = nilai diperoleh dari kurva baku (Gambar 5)

Untuk mendapatkan nilai transmivitas dengan cara plot data *drawdown* (skala tegak) dengan waktu (skala mendatar) pada kertas semilog. Nilai s dan t diperoleh dari pengeplotan. Nilai Δs dari satu siklus log. Harga s dan Δs digunakan untuk mencari harga F(u) dengan memakai rumus (1), sedangkan untuk memperoleh nilai faktor nilai u dan W(u) dengan cara plotting pada grafik baku (Gambar 5). Untuk mengetahui nilai K (Permeabilitas / kelulusan) dari nilai T (Transmivitas / keterusan) digunakan dari Logan dengan persamaan sebagai berikut (Bouwer, 1978):

$$T = K \cdot D, \text{ sehingga} \dots\dots\dots(5)$$

$$K = T / D \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- T = Transmivitas/keterusan (m²/hari)
- K = Permeabilitas/kelulusan (m/hari)
- D = Tebal akuifer = Tebal zona jenuh air (m), yang diperoleh dari selisih kedalaman dasar sumur dengan tinggi permukaan air yang diperoleh pada saat pengukuran dimensi sumur.

2.3.2 NILAI JARAK PENGARUH JARI-JARI PEMOMPAAN

Analisis untuk untuk mengetahui jari-jari pengaruh sumur dapat diketahui dengan menggunakan pendekatan metode Ketidakseimbangan (Tood dan Mays, 2005) dan (Sosrodarsono dan Takeda, 2006), dengan persamaan :

$$R = \sqrt{4\mu T t/s} \dots\dots\dots(7)$$

dengan, persamaan nilai W(μ) :

$$W(\mu) = (4\pi \cdot T/Q) s \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- R = jari-jari lingkaran pengaruh sumur
- T = Transmivitas/keterusan (m²/hari)
- t = waktu pemompaan
- μ = diperoleh dari kurva dan tabel hubungan W(μ) – μ (Gambar 5)
- π = 3,14 atau 22/7
- Δs = selisish grafik penurunan (*drawdown*) satu siklus log (Gambar 4)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara fisiografi, lokasi pengukuran berada di dataran kaki dari gunung api Merapi, dimana memiliki karakteristik keterdapatannya air tanah di celahan dan rongga antar butir, dengan produktivitas tinggi dengan penyebaran luas atau akuifer bebas dengan ketahanan tinggi dan potensi debit 5-10l/detik. Lokasi penelitian berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 26 Tahun 2011 tentang Penetapan Cekungan Air Tanah di Indonesia, berada di Cekungan Air Tanah yang berada di wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah CAT No. 109, yaitu Cekungan Air Tanah (CAT) Yogyakarta-Sleman, yang meliputi wilayah administrasi Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Kondisi hidrologi berdasarkan satuan geomorfologi atau hidrogeomorfologi daerah kajian adalah satuan kaki gunungapi Merapi.

Satuan kaki Gunungapi Merapi dibatasi pada bagian utara oleh kontur elevasi 150 m (dpl) di sekitar selokan/saluran Mataram, sedangkan di bagian selatan dibatasi oleh kontur elevasi 25 m (dpl) di daerah selatan kota Bantul, yang berbatasan dengan satuan dataran fluvial. Satuan ini memiliki kelerengan yang landai, yaitu dengan tingkat kelerengan kurang dari 5%. Pola penyaluran pada satuan kaki Gunungapi Merapi merupakan pola paralel yang semakin ke selatan membentuk lembah sungai semakin melebar dan bermeander. Landaian hidrolika pada daerah ini sudah tergolong landai dan kedalaman muka air tanah relative dangkal, sehingga daerah kaki Gunungapi Merapi ini termasuk pada zona lepasan air tanah atau daerah *discharge*.

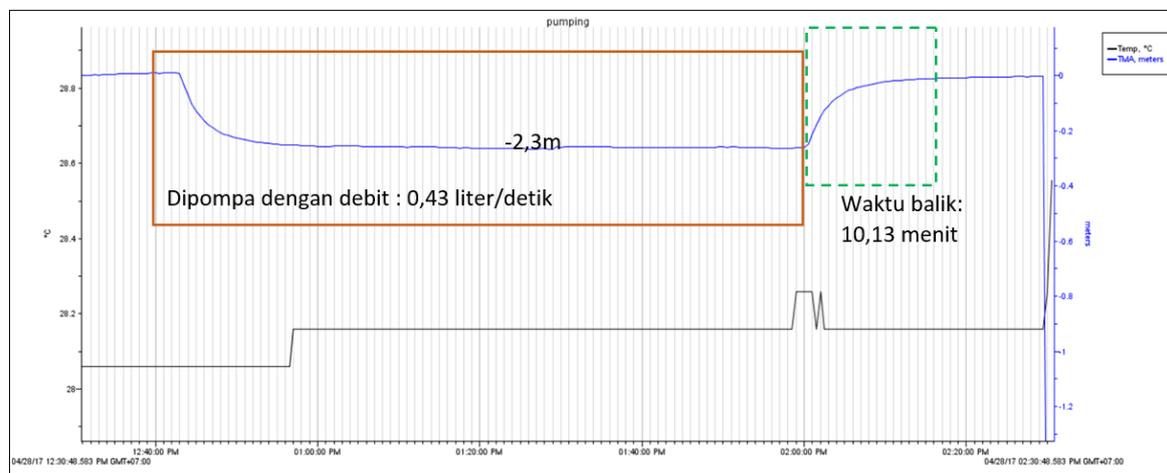
Daerah kaki Gunungapi Merapi dapat dibagi menjadi dua wilayah, yaitu daerah kaki bagian atas dan daerah kaki bagian bawah. Pada daerah kaki bagian atas merupakan daerah yang digunakan untuk pemukiman sangat padat apabila dibandingkan dengan daerah-daerah lainnya. Daerah kaki gunungapi bagian atas meliputi kota Yogyakarta dan sekitarnya. Dalam pemenuhan kebutuhan untuk air minum pada daerah ini tidak terdapat masalah, karena banyaknya sumur gali yang dangkal dan terdapatnya mata air pada tebing-tebing sungai. Kualitas air tanah pada daerah ini cukup baik, namun di sekitar aliran sungai umumnya sudah tercemar oleh limbah rumah tangga dan industri. Kedalaman muka air tanah tidak lebih dari 15 meter. Kondisi pada daerah kaki bagian bawah merupakan daerah untuk pemukiman dan pertanian, yaitu meliputi kota Bantul dan sekitarnya. Dalam memenuhi kebutuhan untuk air minum pada daerah ini umumnya menggunakan sumur gali yang dangkal dengan kedalaman tidak lebih dari 10 meter, bahkan beberapa tempat kurang dari 5 meter.

Lokasi uji pompa dengan sumur pantau berjarak 13,6 m pada uji pompa pertama (RT.06), kemudian uji pompa kedua berjarak 74,7m (RT.05), dan pada uji pompa ketiga berjarak 51,8 m (RT). Uji pompa (*pumping test*) berdasarkan sifat homogenitas terhadap penyusun batuan yaitu berupa material pasiran, yang mempunyai respon yang relatif cepat dengan sifat akuifer bebas. Durasi pemompaan setiap uji pompa adalah 2 jam kemudian dihitung waktu pulihnya. Hasil pengukuran uji pompa disajikan sebagai berikut:

3.1. UJI POMPA 1 (RT.06)

Lokasi uji pompa di sumur 1 atau berada di RT06, secara administrasi berada di Pedukuhan Ngireng-ireng, Desa Panggunharjo. Lokasi sumur uji merupakan sumur domestik penduduk, yaitu merupakan sumur yang diigunakan sehari-hari dalam pemenuhan kebutuhan air.

Pemompaan dilaksanakan dengan periode pendek selama 1 jam. Waktu pemompaan adalah pukul 12.42 WIB pada tanggal 28 April 2017. Posisi tinggi muka air tanah terhadap permukaan tanah adalah -3,4 m, atau 64,8 m dpal. Penurunan muka air tanah konstan pada kedalaman -2,3 m atau pada posisi 66,3 m dpal dengan debit pemompaan 0,43 liter/detik. Pemompaan dihentikan pada pukul 14.01 WIB, waktu yang diperlukan air tanah untuk kembali keposisi semula adalah 10,13 menit. Grafik pemompaan di sumur 1 disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik pemompaan uji pompa 1

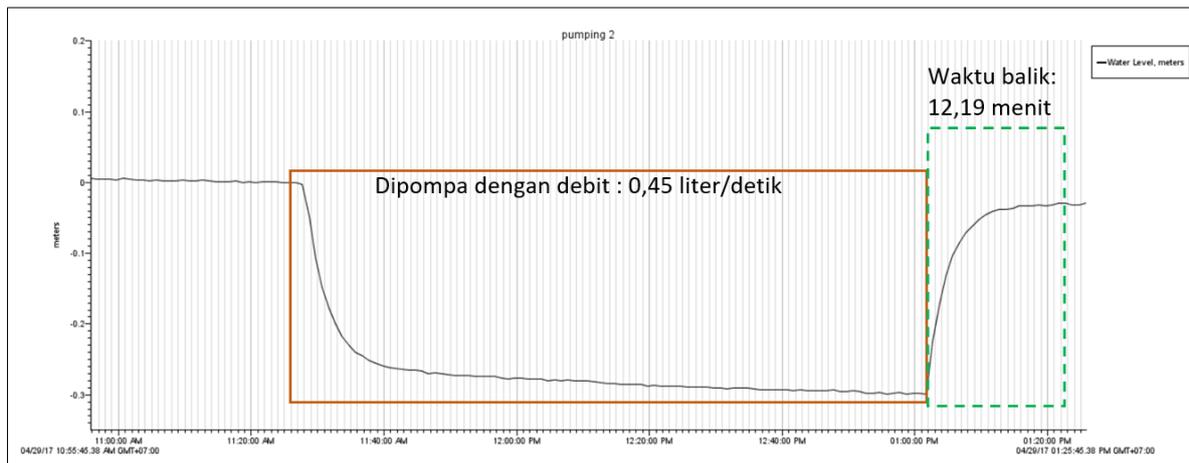
Berdasarkan kondisi fisik air dilihat dari temperatur menunjukkan air tanah pergerakan distribusi penurunan temperatur air tanah dari 29,152°C pada awal pemompaan menjadi 27,075°C pada akhir pemompaan dan setelah tinggi muka air tanah kembali keposisi awal. Nilai penurunan

1,77°C menunjukkan pergerakan air tanah bersifat lokal dan merupakan bagian dari air tanah permukaan (dangkal).

Karakter kurva yang dihasilkan (Gambar 6) mencirikan akuifer primer yang mencirikan penyusun batuan berupa pasiran dengan ukuran sedang hingga kasar. Akuifer primer yang didominasi oleh pasiran juga ditunjukkan oleh respon kelulusan air mengisi air tanah kembali ke posisi awal pemompaan. Sehingga dapat disimpulkan akuifer di lokasi tersebut merupakan termasuk akuifer bebas dengan keterusan tinggi.

3.2. UJI POMPA 2 (RT.05)

Pengujian karakteristik akuifer di sumur 2 dilaksanakan pada tanggal 29 April 2017 pada pukul 11.26 WIB hingga pukul 13.24 WIB. Pengukuran uji pompa dilakukan di sumur penduduk. Posisi tinggi muka air pada waktu sebelum pemompaan adalah -0,8 m dibawah permukaan tanah. Berdasarkan elevasi ketinggian, posisi tinggi muka air tanah berada pada ketinggian 72,2 m dpal. Berdasarkan uji pompa, penurunan muka air tanah konstan saat berada pada kedalaman -2,99 m atau berdasarkan elevasi ketinggian adalah 69,21 m dpal. Penurunan air tanah tersebut pada besar debit 0,45 liter/detik. Waktu yang diperlukan untuk air tanah kembali pada posisi semula adalah 12,19 menit. Grafik pemompaan di sumur 2 disajikan pada Gambar 7.



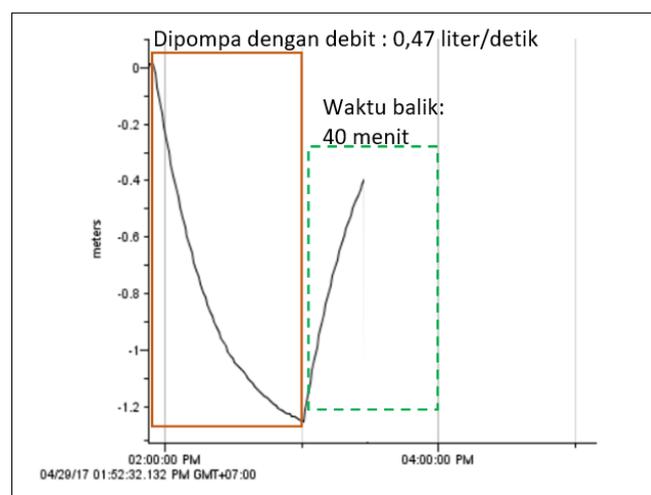
Gambar 7. Grafik Pemompaan uji pompa 2

Temperatur atau suhu air tanah selama pemompaan mengalami penurunan 1°C. Suhu awal saat pemompaan adalah 27,76°C. Berdasarkan sifat perubahan temperatur air tanah seperti pada sampel pemompaan sumur pertama (RT.06), memiliki karakteristik yang sama, yaitu merupakan bagian dari air tanah permukaan (dangkal).

Berdasarkan pengukuran menunjukkan tipe akuifer di lokasi sumur masih kelompok air tanah bebas, dimana menunjukkan respon penurunan yang relatif konstan pada dan waktu yang relatif cepat kembali ke posisi awal pemompaan. Penurunan muka air yang relatif sama dengan sumur 1, dengan selisih 0,6 m lebih dalam dan waktu yang relatif sama yaitu 12,19 menit menunjukkan karakteristik yang hampir sama dengan nilai produktivitas sumur 0,22 – 0,24 m/menit. Nilai tersebut diperoleh dari perbandingan nilai penurunan dibagi waktu balik. Berdasarkan grafik pemompaan (Gambar 7) dan waktu kembali ke posisi awal menunjukkan bahwa sumur 2 memiliki karakteristik yang relatif sama. Dari pola tinggi muka air kembali ke posisi awal menunjukkan tipe akuifer bebas dengan produktivitas tinggi, hal tersebut dikarenakan material penyusun berupa pasir dengan ukuran sedang hingga kasar.

3.3. UJI POMPA 3 (RT)

Uji pompa sumur ketiga berada di Timur dari kedua sumur uji 1 dan 2. Uji pompa dilaksanakan tanggal 29 April 2017 pada pukul 13.52 WIB hingga pukul 15.01 WIB. Pengukuran uji pompa menggunakan pendekatan periode pendek dengan durasi 1 (satu) jam dan menunggu waktu pulih air tanah kembali keposisi semula. Kondisi air tanah pada uji pompa sumur ke-3 berada di kedalaman 1,18 m dibawah permukaan tanah atau berada di elevasi 73, 8 m dpal. Penurunan air tanah dengan debit sebesar 0,47 liter/detik selama 1 (satu) jam turun sebanyak -1,25 m atau berada di elevasi 72,63 mdpal. Grafik pemompaan di sumur 3 disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Pemompaan uji pompa 3

Kondisi temperatur atau suhu air tanah selama pemompaan mengalami penurunan 0,4°C. Suhu awal saat pemompaan adalah 27°C. Berdasarkan sifat perubahan temperatur air tanah seperti

pada sampel pemompaan sumur pertama (RT.06) dan kedua (RT.05), memiliki karakteristik yang sama, yaitu merupakan bagian dari air tanah permukaan (dangkal).

Berdasarkan grafik pemompaan (Gambar 8) menunjukkan asil yang berbeda dibandingkan kedua pemompaan sebelumnya (sumur 1 dan sumur 2). Grafik yang dihasilkan pada saat pemompaan membentuk kurva menurun dan tidak membentuk kurva mendatar dalam waktu 1 jam dengan debit 0,47 l/detik (Gambar 8), hal tersebut menunjukkan kurva grafik akuifer dengan produktivitas sedang-tinggi, tetapi dilihat dari kurva balik menunjukkan karakteristik dari material akuitart. Lapisan akuitar memiliki karakteristik yang hampir sama seperti akuifer. Lapisan akuitar juga dapat menyimpan air seperti halnya akuifer. Namun perbedaannya, lapisan akuitar ini hanya dapat mengalirkan air dalam jumlah yang terbatas. Berdasarkan lokasi pemompaan, lokasi tersebut berdekatan dengan alur sungai yang dimungkinkan adalah bagian dari tanggul alam dan rawa belakang, sehingga kelulusan air terbatas. Komposisi penyusun batuan disekitar sumur 3 anatra lain pasiran dengan ukuran butir halus hingga sedang dan endapan lanau. Endapan lanau merupakan material endapan sungai yang mempengaruhi waktu balik tinggi muka air tanag ke posisi yang relatif lambat dengan ukuran butir yang halus.

3.4. ANALISIS TRANSMIVITAS (T) DAN KONDUKTIVITAS HIDROLIK (K)

Analisis transmivitas (T) dan konduktivitas hidrolik (K) dapat diartikan kelulusan atau potensi mengalirkan air tanah dalam satuan waktu. Nilai transmivitas (T) dinyatakan dalam banyaknya air dalam suatu wilayah dalam satuan waktu ($m^2/hari$) yang diasumsikan mengalir melalui suatu penampang tegak lapisan suatu akuifer dengan lebar satuan meter dengan kemiringan atau kemiringan seratus persen dengan satuan pengukurannya adalah m^2 . Sedangkan nilai konduktivitas hidrolik (K) atau kelulusan adalah kemampuan tanah/batu untuk melewatkan air. Hasil perhitungan nilai parameter disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik akuifer hasil uji pompa

No.	X	Y	Elv (mdpal)	Kode	Data	Metode	T ($m^2/hari$)	K (m/hari)
1	429060	9131770	72	RT.06-P	Surutan	Copper-Jacob	1.420,1	1.411,0
					Pulih	Theis	1.440,0	1.440,0
2	429087	9131511	73	RT.05-P	Surutan	Cooper-Jacob	277,2	133,2
					Pulih	Theis	274,3	137,2
3	429301	9131593	75	RT.-P	Surutan	Cooper-Jacob	1.440,0	480,0
					Pulih	Theis	1.440,0	477,0
Rata-rata							1.048,6	679,8

Sumber : Analisis perhitungan, 2020

Berdasarkan hasil kurva pemompaan dapat dikelompokkan menjadi 2 tipe air tanah bebas, yaitu air tanah (akuifer) bebas yang ditunjukkan pada sumur 1 dan sumur 2, dan tipe akuitart atau air tanah bebas dengan material penyusun lanau yang dipengaruhi oleh daerah pengendapan sungai. Hasil pemompaan menunjukkan tipe air tanah bebas yang ditunjukkan sumur 1 dan sumur 2, tetapi potensi kelulusan air tanah berbeda. Parameter akuifer sumur 1 memiliki produktivitas akuifer lebih besar dibanding sumur 2.

Perbedaan potensi akuifer tersebut dipengaruhi oleh material penyusun pada sumur 2 mempunyai besar butir yang lebih halus dibanding di lokasi sumur 1. Sehingga meskipun tipe akuifer termasuk akuifer bebas tetapi secara kelulusan berbeda sedang hingga tinggi. Respon parameter akuifer di sumur 3 menunjukkan potensi yang relatif mirip dengan sumur 1 tetapi, secara penyusun batuan termasuk semi akuitart dengan material penyusun lanau, yang relatif lama atau sulit meloloskan air tanah, tetapi memiliki keterusan yang tinggi karena dekat dengan imbuhan dari sungai permukaan, sehingga tinggi muka air tanah relatif stabil.

3.5. PENGARUH JARAK

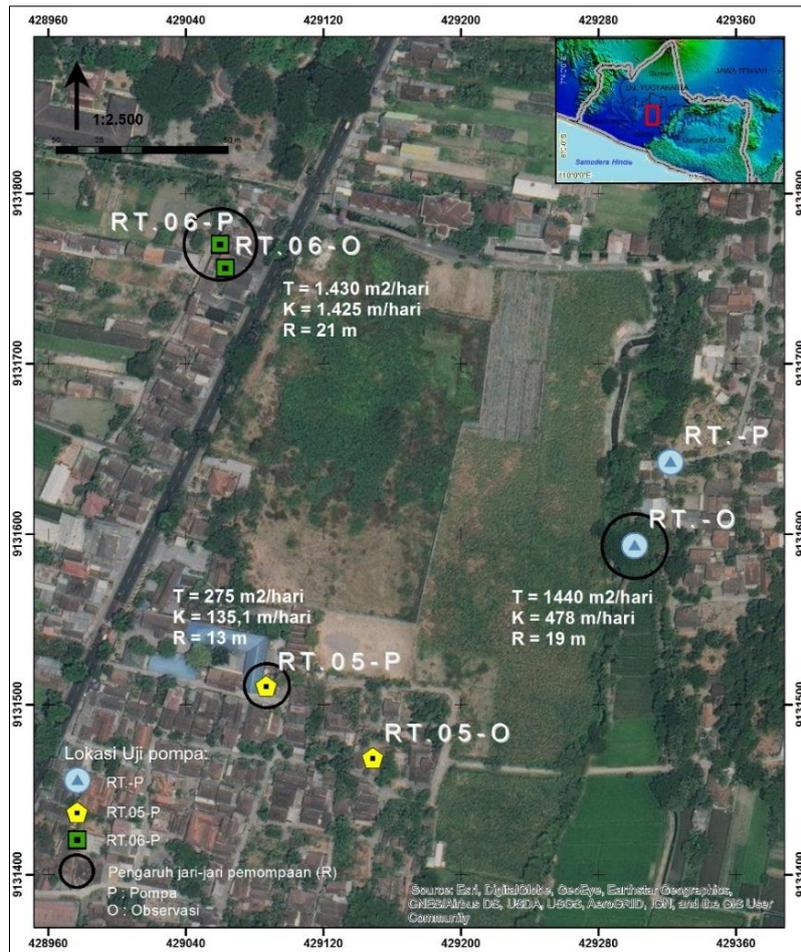
Pendekatan untuk mengetahui jari-jari lingkaran pengaruh pemompaan (*radius of influence*) menggunakan metode ketidakseimbangan (*non equilibrium formula*). Pengaruh jari-jari secara imajiner berbentuk lingkaran atau radial. Pengaruh jari-jari lingkaran pengaruh sumur terbesar berada di sampel 1 (RT.06) berada di bagian utara dengan penggunaan lahan permukiman dengan pengaruh jari-jari lingkaran 21 m. Sedangkan nilai dampak terkecil dengan pengaruh jari-jari lingkaran 13 m berada di bagian selatan kajian penelitian. Hasil nilai perhitungan nilai parameter jari-jari lingkaran pengaruh pemompaan disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 9.

Karakteristik air tanah pada akuifer dangkal endapan merapi muda merupakan akuifer bebas yang menggambarkan nilai waktu balik ke kondisi tinggi muka air tanah semua relatif cepat. Pengaruh jari-jari penurunan air tanah di lokasi sumur observasi menunjukkan nilai yang relatif kecil yaitu 17,6 m pada skala lokal (Tabel 3). Berdasarkan kurva pemompaan sumur 1 dan sumur 2 diketahui bahwa material penyusun diketahui pasir. Sehingga jari-jari penurunan relatif sedang, tapi memiliki waktu balik yang cepat. Sedangkan sumur 3 mempunyai sisipan penyusun lanau yang mengakibatkan lambatnya meloloskan air tanah, sehingga jari-jari terdampak berjarak 19 m dikarenakan karena lambatnya terisi air tanah kembali.

Tabel 3. Pengaruh jarak jari-jari pemompaan r (m)

No.	X	Y	Z (m dpal)	Kode	R (m)
1	429060	9131770	72	RT.06-P	21,0
2	429087	9131511	73	RT.05-P	13,0
3	429301	9131593	75	RT.-P	19,0
Rata-rata					17.6

Sumber : Analisis perhitungan, 2020

**Gambar 9.** Pengaruh jarak jari-jari pemompaan (R)

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari uji pompa di akuifer dangkal bagian dari endapan merapi muda di Desa Panggungharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, bahwa parameter akuifer air tanah dinamikia muka air tanah statis adalah 1,9 meter dibawah muka tanah sedangkan muka air tanah dinamis adalah 2,18 meter dibawah muka tanah. Potensi parameter akuifer transmivitas / kelurusan (K) adalah 679,8 m/hari dan konduktivitas hidrolis / keterusan (T) adalah 1.048,6 m²/hari. Secara fisiografi termasuk kedalam endapan muda Merapi, tetapi memiliki

karakteristik yang berbeda. Berdasarkan kurva pemompaan sumur 1 dan sumur 2 diketahui tipe air tanah bersifat bebas, sedangkan sumur 3 mempunyai karakteristik akuitart atau akuifer dengan material penyusun lanau atau lempungan, yang dipengaruhi oleh daerah pengendapan disekitar sungai dengan besar butir halus. Material disekitar sepadan sungai atau tanggul alam memiliki karakteristik jenuh air dan relatif lama melolosakan air, sehingga di sumur 3 waktu balik lebih lama dari waktu balik dari sumur 1 dan sumur 2. Secara umum pengaruh jari-jari pemompaan sumur adalah 17,6 m.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada tim laboratorium kualitas air Fakultas Geografi UGM yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, N.K dan Adji T.N. (2018). karakteristik Akiuifer Bebas Pada Sebagian Cekungan Air Tanah (CAT) Yogyakarta-Sleman di Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 7 (2) : 1-10
- Bouwer, Herman. (1978). Groundwater Hydrology. New York : McGraw-Hill
- Febriarta, E. (2015) . Laporan Akhir Uji Pompa Debit Sumur Produksi. Laporan Akhir . PT. Sari Husada, Yogyakarta.
- Febriarta, E. (2016). Studi Kapasitas Debit Sumur Produksi. Laporan Akhir. PT. Semen Indonesia, Gresik.
- Fetter, C.W. (2004). Applied Hydrogeology 5th Edition. Ohio: Merrill Publishing Company.
- Harjito. (2014). Metode Pumping Test Sebagai Kontrol Untuk Pengambilan Air tanah Secara Berlebihan. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 6 (2) : 138-149
- Iskandar, N.M dan Adji, T.N. (2017). Studi Karakteristik Akuifer Bebas dan Hasil Aman Penurapan Air tanah Kecamatan Trucuk Kabupaten Klaten. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(4) : 1-9.
- Prakoso, W.G ., Roh, S.B.W dan Widyarti, M. (2014). Pendugaan Nilai Kelulusan Hidraulik Akuifer dengan Uji Pemompaan pada sumur Filtrasi di Bantaran Sungai Cihideung Bogor. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 5 (2) : 181 – 192.
- Santosa, L.W dan Adji, T.N. (2014). Karakteristik Akuifer dan Potensi Air tanah Graben Bantul. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Setiawan, T dan Asgaf, M.A . (2016). Analisis Karakteristik Akuifer dan Zonasi Kuantitas Air Tanah di Dataran Kars Wonsari dan Sekitarnya, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 7 (3) :155-167
- Sutardi, A., Suprayogi, S., dan Adji, T.N. (2017). Kajian Kualitas Air Tanah Bebas antara Sungai Kuning dan Sungai Tepus di Kecamatan Ngemplak, Yogyakarta, Indonesia. *Majalah Geografi Indonesia*, 31 (1) : 31-38.
- Todd, D.K dan Mays, L.W. (2005). *Groundwater Hydrology : Third Edition*. New York: John Willey & Sons Inc.