

Uji Lapangan Nilai Infiltrasi Terhadap Potensi Banjir di Kawasan Sungai Gajah Wong

The Field Test of Infiltration Rate On The Potential Flood in Gajah Wong River Area

Rizal Dwi Admaja, Nursetiawan

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Erupsi Gunung Merapi merupakan salah satu bencana di daerah DI Yogyakarta. Hasil dari erupsi tersebut berupa material yang menumpuk di sepanjang aliran sungai yang berdampak terjadinya banjir. Salah satu material yang dominan di dasar lereng merapi endapan abu vulkanik. Material ini memiliki sifat cepat mengeras dan sulit tembus air, baik dari sisi atas maupun dari bawah permukaan, sehingga dapat menyebabkan peresapan air ke dalam tanah (infiltrasi) menjadi terganggu. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh nilai kapasitas infiltrasi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Gajah Wong dengan menggunakan metode double ring infiltrometer. Rentang nilai kapasitas infiltrasi tertinggi sebesar 19,55 cm/jam, terletak pada Desa Maguwoharjo, Kec. Depok, Kab. Sleman. Nilai kapasitas terendah sebesar 1,58 cm/jam, terletak pada Desa Harjobinangun, Kec. Pakem, Kab. Sleman.

Kata kunci : double ring infiltrometer, kapasitas infiltrasi, koefisien permeabilitas (K), kepadatan tanah lapangan.

Abstract. Merapi's eruption is one of the biggest disaster in Yogyakarta. The result of the eruption caused accumulated material along the river flow that impacts the occurrence of floods. One of the dominant materials at the base of the slopes is the deposited volcanic ash. This material has a quick hardening properties and difficult for water to penetrate, either from the top side or from below the surface. The purpose of this research is to obtain infiltration capacity in Gajah Wong River Basin by using double ring infiltrometer method. The highest infiltration capacity range of 19.55 cm / h, located in Maguwoharjo, Sleman. The lowest capacity value is 1.58 cm / h, located in Harjobinangun, Sleman.

Keywords: double ring infiltrometer, infiltration capacity, permeability coefficient (K), soil density.

1. Pendahuluan

Erupsi Gunung Merapi tahun 2010 merupakan salah satu letusan terbesar diantara letusan Gunung Merapi dari tahun 1872. Salah satu faktor yang digunakan untuk menentukan besar indeks letusan adalah jumlah material vulkanik yang telah dilontarkan. Pada letusan 1872, jumlah material vulkanik selama proses erupsi mencapai 100 juta m³. Sementara itu, jumlah material vulkanik yang dikeluarkan Gunung Merapi sejak erupsi pada Oktober 2010 sampai sekarang diperkirakan mencapai sekitar 150 juta m³ (Ikhsan dan Wicaksono, 2012). Hasil dari erupsi Gunung Merapi berupa material yang menumpuk di sepanjang aliran sungai merupakan salah satu dampak terjadinya banjir. Menurut Schwab dkk. dalam Somantri (2008) banjir adalah luapan atau genangan dari sungai atau badan air lainnya yang disebabkan oleh curah hujan yang berlebihan atau salju yang mencair atau dapat pula karena gelombang pasang yang membanjiri

kebanyakan pada dataran banjir. Tidak semua air hujan mengalami infiltrasi masuk ke dalam tanah, banyak parameter yang menyebabkan air hujan sulit masuk ke dalam tanah dikarenakan jenis tanah tersebut. Salah satu material yang dominan adalah abu vulkanik. Material ini memiliki sifat cepat mengeras dan sulit tembus air, baik dari sisi atas maupun dari bawah permukaan, sehingga dapat menyebabkan peresapan air ke dalam tanah (infiltrasi) menjadi terganggu. (Suriadikarta dkk., 2010).

Pengukuran laju infiltrasi di lapangan dimaksudkan untuk mengetahui berapa besaran dan kecepatan masuk atau meresapnya air secara vertikal ke dalam tanah (Syukur, 2009). Nursetiawan dan Pratama (2017), serta Ikhsan dkk. (2017) menggunakan metode *double ring infiltrometer* untuk mengetahui laju infiltrasi tersebut. Ningsih dan Purnama (2012) melakukan pengujian dengan tujuan untuk mengetahui nilai laju infiltrasi tanah pasca

erupsi Gunung Merapi 2010. Hasil yang didapat pada penelitian ini semakin tebal abu maka laju infiltrasi rendah. Makin halus tekstur abu maka infiltrasi juga makin rendah.

Barid dan Lestari (2014) melakukan penelitian untuk menganalisis kemampuan model infiltrasi sederhana dalam meresapkan air limpasan. Menganalisis kemampuan model infiltrasi sederhana terhadap aliran antara, menganalisis nilai efisiensi model infiltrasi sederhana terhadap infiltrasi, dan menganalisis pengaruh model sederhana terhadap kekeruhan air dalam keadaan tak jenuh dan jenuh air. Rosyidie (2013) melakukan penelitian untuk perencanaan tata ruang wilayah dan kota dapat berkontribusi dalam pengelolaan bencana banjir khususnya memperkecil kemungkinan dampak negatif yang terjadi serta memanfaatkan potensi dan peluang yang tersedia di kawasan bencana banjir dengan tetap memperhatikan kondisi masyarakat setempat. Fuadi dan Terunajaya (2014) melakukan penelitian untuk mengetahui debit banjir, laju infiltrasi, dan nilai permeabilitas tanah. Pada penelitian infiltrasi menggunakan *single ring infiltrometer* menggunakan metode horton.

Nurmi dkk. (2012) melakukan penelitian untuk mengetahui total volume air yang terinfiltrasi kedalam tanah. Pada kemiringan yang lebih rendah (10-15%) meningkatkan total volume air yang terinfiltrasi ke dalam tanah. Pomalingo (2012) melakukan penelitian untuk mengetahui laju infiltrasi dan nilai permeabilitas tanah. Menghasilkan nilai tertinggi dan terendah laju infiltrasi dengan jarak tertentu.

2. Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Untuk memperoleh nilai infiltrasi pada seluruh wilayah di Daerah Aliran Sungai (DAS) Gajah Wong. Kondisi titik pengujian DAS Gajah Wong berdasarkan topografi memiliki tipikal lahan yang datar. Luas Daerah Aliran Sungai sebesar 40,97 km². Titik pengujian disebar dari hulu, tengah, dan hilir dari DAS. Mengikuti bentuk DAS yang memanjang di putuskan sebanyak 7 (tujuh) titik pengujian dengan data koordinat sebagai berikut :

Tabel 1. Lokasi pengujian

No	ID Titik	Koordinat UTM	Lokasi
1	Titik 1	436619,87 E 9160434,9 N 49 S	Desa Hargobinangun, Kec. Pakem, Kab. Sleman, DI. Yogyakarta
2	Titik 2	439860,58 E 9156634,95 N 49 S	Desa Kepuharjo, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, DI. Yogyakarta
3	Titik 3	434869,05 E 9151686,13 N 49 S	Desa Harjobinangun, Kec. Pakem, Kab. Sleman, DI. Yogyakarta
4	Titik 4	435878,46 E 9147913,13 N 49 S	Desa Sukoharjo, Kec. Ngaglik, Kab. Sleman, DI. Yogyakarta
5	Titik 5	432149,75 E 9143870,98 N 49 S	Desa Condongcatur, Kec. Depok, Kab. Sleman, DI. Yogyakarta
6	Titik 6	436530,04 E 9141016,04 N 49 S	Desa Maguwoharjo, Kec. Depok, Kab. Sleman, DI. Yogyakarta
7	Titik 7	433714,9 E 9132762,6 N 49 S	Desa Wirokerten, Kec. Banguntapan, Kab. Bantul, DI. Yogyakarta

Alat dan Bahan

Pengujian ini dilakukan di lapangan dan memerlukan beberapa alat pengujian berupa alat uji infiltrasi, kepadatan, permeabilitas, dan kadar air.

a. Double Ring Infiltrometer

Double ring infiltrometer (cincin ganda) merupakan alat uji infiltrasi yang memiliki bentuk lingkaran dengan panjang diameter cincin dalam 30 cm dengan tinggi 30 cm. Panjang diameter luar 55,5 cm dengan tinggi 30 cm.

b. Sand Cone

Sand cone merupakan alat uji kepadatan tanah dengan beberapa bagian alatnya. Seperti plat dasar, kerucut untuk mengatur keluarnya pasir, botol untuk diisi pasir, serta pasir etawa sebagai bahan uji untuk pengambilan data kepadatan tanah.

c. Permeabilitas Tanah

Alat uji permeabilitas tanah terdiri dari tabung ukur kaca dengan diameter 1,3 cm, tabung aluminium dengan diameter 7,5 cm. Menggunakan air sebagai media pembacaan data.

Metodologi Penelitian

Metode penelitian yaitu tahapan dalam mendapatkan hasil dari penelitian yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode pengukuran langsung dan pengambilan sampel tanah di lapangan untuk kemudian di uji di lab.

3. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini tahapan penelitian di bagi ke dalam lima tahapan yaitu :

Tahap persiapan

Pada tahap ini adalah tahap penentuan titik lokasi pengujian, ketersediaan alat-alat pengujian dan bahan pengujian. Pada tahapan ini juga dilakukan tinjauan dari SNI 7752:2012 (BSN, 2012) tentang tata cara pengukuran laju infiltrasi tanah di lapangan menggunakan infiltrometer cincin ganda.

Tahap pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian *double ring infiltrometer*, kepadatan tanah, dan permeabilitas tanah. Pada tahap ini juga dilakukan pengambilan sampel tanah yang akan diuji lagi di laboratorium tanah.

Tahap pengujian sampel di laboratorium

Pada tahap ini sampel tanah yang diambil pada saat pengujian di lapangan diuji di laboratorium guna mengetahui kadar air dari tanah pada lokasi pengujian tersebut.

Tahap analisis data

Pada tahap ini data primer yang diperoleh pada pengujian dilakukan analisis lagi untuk mengetahui laju infiltrasi, permeabilitas, kepadatan tanah, dan kadar air.

Hasil dari analisis data

Tahap kelima adalah hasil dari analisis data dari beberapa pengujian. Dari beberapa hasil tersebut didapat kesimpulan dari hasil pengujian.

4. Hasil dan Pembahasan

Infiltrasi

Pengukuran infiltrasi di lapangan menggunakan alat *double ring infiltrometer*. Pengukuran dilakukan dengan menghitung penurunan air pada cincin bagian dalam. Pengolahan data menggunakan metode Horton (Ningsih, 2012).

$$f(t) = fc + (f0 - fc)e^{-kt}$$

Keterangan :

$f(t)$ = laju infiltrasi pada waktu ke t (cm/jam)

fc = laju infiltrasi konstan (cm/jam)

$f0$ = laju infiltrasi awal (cm/jam)

e = bilangan eksponensial (2,718)

k = konstanta

t = waktu (jam)

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan di lapangan, didapatkan hasil pengujian kapasitas infiltrasi kapasitas infiltrasi tertinggi terdapat pada Titik 6 sebesar 19,55 cm/jam. Kapasitas

infiltrasi terendah terdapat di Titik 3 sebesar 1,58 cm/jam.

Kadar air

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kadar air sebagai parameter pendukung kapasitas infiltrasi. Memperoleh hasil kadar air tertinggi terdapat pada Titik 2 sebesar 94,10 %. Kadar air terendah terdapat pada Titik 5 sebesar 3,11 %. Pada Gambar 2 merupakan grafik hubungan kapasitas infiltrasi dengan kadar air. Didapat hasil korelasi sebesar $R^2 = 0,1038$ yang tergolong sangat rendah.

Kepadatan tanah

Setelah memperoleh hasil kadar air, selanjutnya dilakukan pengujian kepadatan tana. Kepadatan tanah tertinggi terdapat pada Titik 4 sebesar 1,69 kN/cm³. Kepadatan tanah terendah terdapat pada Titik 2 sebesar 2,80 kN/cm³. Pada Gambar 3 merupakan grafik hubungan kapasitas infiltrasi dengan kepadatan tanah. Didapat hasil korelasi sebesar $R^2 = 0,0515$ yang tergolong sangat rendah.

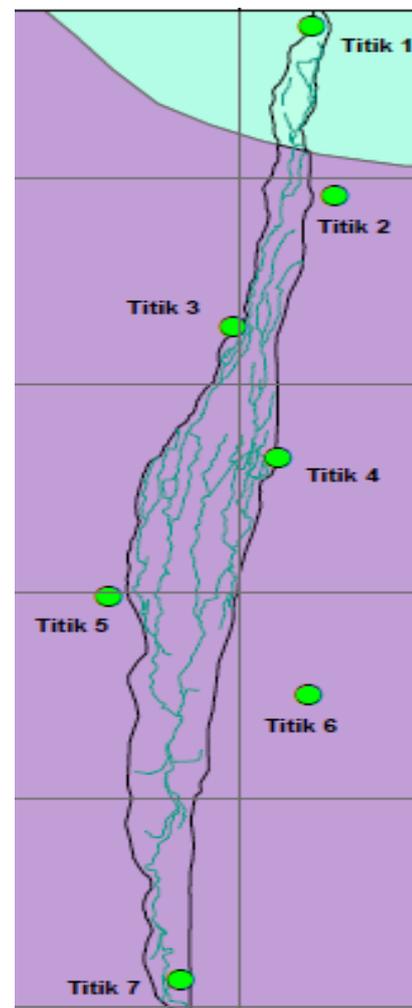
Permeabilitas tanah

Setelah memperoleh data kadar air dan kepadatan tanah, selanjutnya mencari nilai permeabilitas tanah. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui berapa nilai permeabilitasnya dan tergolong ke dalam *low*, *medium*, atau *high permeability*. Penelitian ini menghasilkan pada DAS Gajah Wong dari hulu ke hilir rata-rata termasuk dalam *medium permeability*. Pada Gambar 4 merupakan grafik hubungan kapasitas infiltrasi dengan permeabilitas. Didapat hasil korelasi sebesar $R^2 = 0,0129$ yang tergolong sangat rendah.

Jenis tanah

Jenis tanah berpengaruh pada kapasitas infiltrasi, tiap jenis tanah memiliki karakteristik masing-masing. Pada Gambar 2 pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Gajah Wong terdapat dua macam jenis tanah, yaitu kompleks regosol kelabu dan litosol serta regosol coklat kekelabuan. Dari Gambar 1 tersebut dapat dijelaskan bahwa pada DAS Gajah Wong di dominasi oleh tanah regosol coklat kekelabuan.

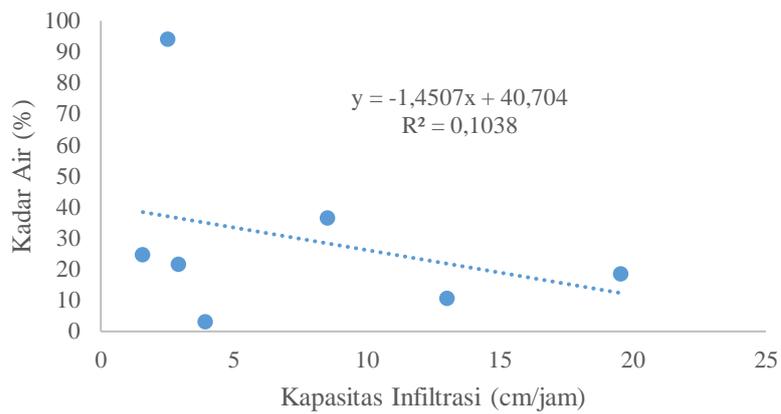
Pada bagian hulu memiliki jenis tanah kompleks regosol kelabu dan litosol. Tanah regosol berupa tanah aluvial yang diendapkan yang merupakan tanah yang memiliki butiran kasar berasal dari material gunung berapi. Material tanah ini seperti abu vulkanik. Tanah litosol merupakan tanah yang berbatu-batu. Belum mengalami pelapukan secara sempurna yang berasal dari batuan keras. Pada bagian tengah hingga hilir memiliki jenis tanah regosol coklat kekelabuan.



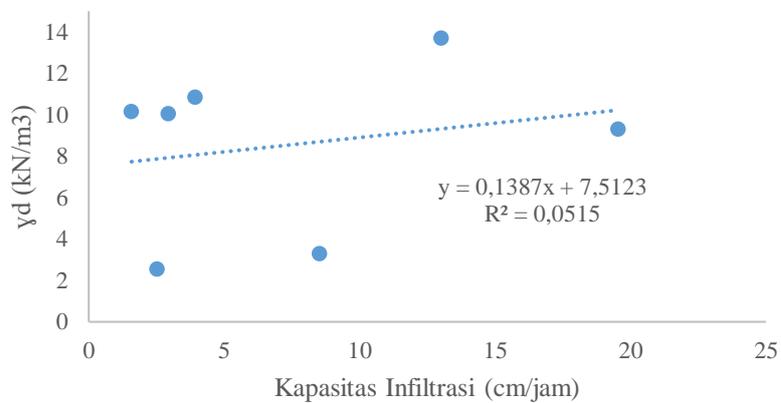
(Sumber : Badan Pertanahan Nasional)
Gambar 1. Peta jenis tanah

Tabel 2. Hasil pengujian

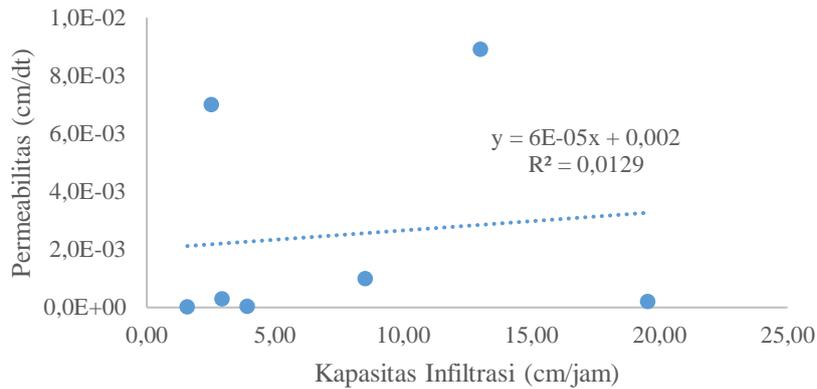
Titik	Kapasitas infiltrasi (cm/jam)	Kadar air (%)	Kepadatan tanah (kN/m ³)	Permeabilitas (cm/detik)
1	8,53	36,59	3,28	1,00E-03
2	2,53	94,10	2,54	7,00E-03
3	1,58	24,74	10,13	2,00E-05
4	13,03	10,71	13,69	8,90E-03
5	3,93	3,11	10,84	4,00E-05
6	19,55	18,49	9,29	2,00E-04
7	2,94	21,62	10,04	3,00E-04



Gambar 2. Hubungan kapasitas infiltrasi dan kadar air



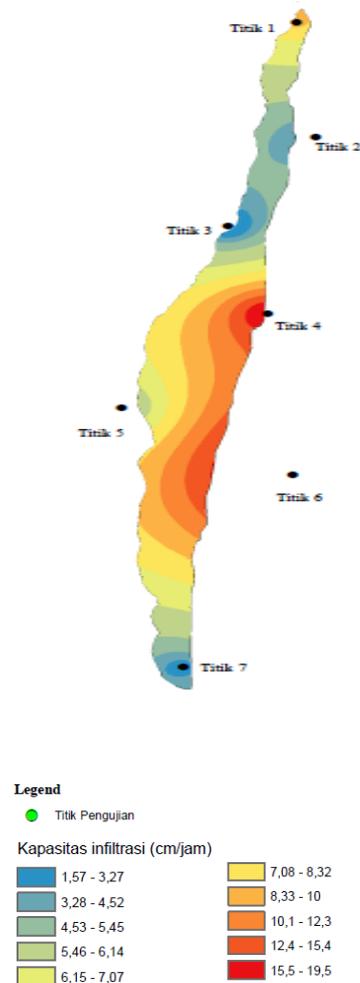
Gambar 3. Hubungan kapasitas infiltrasi dan kepadatan tanah



Gambar 4. Hubungan kapasitas infiltrasi dan permeabilitas

Pembahasan

Berdasarkan dari data analisis kapasitas infiltrasi. Kemudian data tersebut diolah kembali melalui software *arcgis* untuk mengetahui sebaran kapasitas infiltrasi dengan interpolasi. Dari beberapa pilihan metode yang tersedia untuk melakukan interpolasi, metode yang dipilih adalah metode radial dengan dengan hasil seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Dari Gambar 5 tersebut dapat terlihat di daerah hulu bahwa pada daerah titik 1 memiliki nilai kapasitas infiltrasi 7,08 – 10,00 cm/jam yang tergolong sedang dengan disimbolkan kontur oranye kekuningan. Pada daerah titik 2 dan 3 memiliki nilai kapasitas infiltrasi 1,57 – 5,45 cm/jam yang tergolong rendah dengan disimbolkan kontur biru kehijauan. Pada daerah tengah dapat dilihat di area titik 4 dan 6 memiliki nilai kapasitas infiltrasi 8,33 – 19,5 cm/jam yang tergolong tinggi dengan disimbolkan kontur merah oranye, tetapi pada area titik 5 memiliki kapasitas infiltrasi 1,57 – 5,45 cm/jam yang tergolong rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh banyak faktor seperti kepadatan, permeabilitas, dan kadar air. Pada daerah hilir memiliki nilai kapasitas infiltrasi 1,57 – 5,45 cm/jam yang tergolong rendah.



Gambar 5. Peta hasil interpolasi Radial

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil

kesimpulan hasil perhitungan nilai kapasitas infiltrasi, kadar air tanah, kepadatan tanah, dan permeabilitas tanah di DAS Gajah Wong adalah sebagai berikut :

1. Nilai kapasitas infiltrasi tertinggi sebesar 19,55 cm/jam, terletak pada Titik 6 yaitu Desa Maguwoharjo, Kec. Depok, Kab. Sleman. Nilai kapasitas terendah sebesar 1,58 cm/jam, terletak pada Titik 3 yaitu Desa Harjobinangun, Kec. Pakem, Kab. Sleman.
2. Nilai kadar air tertinggi sebesar 94,10 %, terletak pada Titik 2. Nilai kadar air terendah 3,11 %, terletak pada Titik 5. Nilai kepadatan tanah tertinggi sebesar $13,69 \text{ kN/m}^3$, terletak pada Titik 4. Nilai kepadatan terendah sebesar $2,54 \text{ kN/m}^3$, terletak pada Titik 2. Nilai permeabilitas tertinggi sebesar $8,87 \times 10^{-3} \text{ cm/detik}$, terletak pada Titik 4. Nilai permeabilitas terendah $2,23 \times 10^{-5} \text{ cm/detik}$, terletak pada Titik 3.

Daftar pustaka

- Barid, B., dan Lestari, D. 2014. *Pengaruh Model Infiltrasi Sederhana Menggunakan Konsep Rain Garden terhadap Debit dan Kekeruhan Air Limpasan Akibat Hujan*. Jurnal Ilmu dan Terapan Bidang Teknik Sipil. 20(1), 33-41.
- BSN, 2012, SNI 7752-2012. *Tata Cara Pengukuran Laju Infiltrasi Tanah di Lapangan Menggunakan Infiltrometer Cincin Ganda*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Fuadi, A., dan Terunajaya. 2014. *Pengaruh Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah Terhadap Sumur Resapan di Kawasan Perumahan (Studi Kasus: Taman Setia Budi Indah II, Medan)*. Jurnal Teknik Sipil USU, 3(3), 1-10.
- Ikhsan, J., dan Wicaksono, G. 2012. *Pengaruh Lahar Dingin Pasca Erupsi Merapi 2010 terhadap Kondisi Fisik Sungai Progo Bagian Tengah*. Konferensi Nasional Teknik Sipil, 17-24.
- Ikhsan, J., Harsanto, P., dan Sasongko, D. 2017. *Kajian Karakteristik Infiltrasi Sedimen di Kawasan Rawan Bencana Pada DAS Sungai Putih Pasca Erupsi Gunung Merapi 2010*. Teknologi Aplikasi Konstruksi, 7(1), 70-80.
- Ningsih, S., dan Purnama, Ig. L. S. 2012. *Kajian Laju Infiltrasi Tanah dan Imbuhan Air Tanah Lokal Sub DAS Gendol Pasca Erupsi Merapi 2010*. Jurnal Bumi Indonesia, 1(2), 218-226.
- Notohadiprawiro. 2000. *Tanah dan Lingkungan*. Yogyakarta: Akademi Press.
- Nurmi, O. Haridjaja., Arsyad, S., dan Yahya, S. 2012. *Infiltrasi dan Aliran Permukaan Sebagai Respon Perlakuan Konservasi Vegetatif pada Pertanaman Kakao*. Jurnal Agroteknotropika, 1(1), 1-8.
- Nursetiawan dan Pratama, A. I. 2017. *Pengukuran Nilai Infiltrasi Lapangan dalam Upaya Penerapan Sistem Drainase Berkelanjutan di Kampus UMY*. Reka Racana, 3(1), 1-12.
- Pomalingo, N., dan Nurdin. 2012. *Laju Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah pada Areal Kampus I Universitas Negeri Gorontalo*, Jurnal Agroteknotropika. 1(2), 89-94.
- Ritawati, S., Mawardi, M., dan Goenadi, S. 2012. *Kesesuaian Model Infiltrasi Philips Untuk Prediksi Limpasan Permukaan Menggunakan Metode Bilangan Kurva*. Agritech, 32(3), 331-339.
- Rivanto, A, P. 2017. *Studi Laju Infiltrasi di Kawasan Rawan Bencana DAS Pabelan Pasca Erupsi Gunung Merapi Tahun 2010*. Tugas Akhir:

Universitas Muhammadiyah
Yogyakarta.

- Rosyidie, A. 2013. *Banjir : Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 24(3), 241-249.
- Soemarto, C. D. 1999. *Hidrolika Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Somantri, L. 2008. *Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Mengidentifikasi Kerentanan dan Resiko Banjir*. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 8(2), 1-9.
- Suriadikarta, D. A., Abbas, A. Id., Sutono, Erfandi, D., Santoso, E., Kasno, A. 2010. *Identifikasi Sifat Kimia Abu Volkan, Tanah dan Air di Lokasi Dampak Letusan Gunung Merapi*. Bogor : Balai Penelitian Tanah.
- Syukur, S. 2009. *Laju Infiltrasi dan Peranannya Terhadap Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Allu-Bangkala*. *Jurnal Agroland*, 16(3), 231-236.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.