

Naskah Seminar¹

STUDI LAJU INFILTRASI DI KAWASAN RAWAN BENCANA DAS KRASAK PASCA ERUPSI GUNUNG MERAPI TAHUN 2010

Deden Hendrawan², Jazaul Ikhsan³, Puji Harsanto⁴

INTISARI

Gunung Merapi yang berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah merupakan salah satu gunung berapi yang masih aktif di dunia. Erupsi Gunung Merapi yang terjadi pada 26 Oktober 2010 tergolong erupsi terbesar dalam sejarah erupsi Gunung Merapi dan telah memuntahkan material sekitar 150 juta m³. Material tersebut dapat berupa awan panas, semburan bahan piroklastik dan gas beracun yang akan memberikan dampak negatif dan positif terhadap permukaan bumi dan kehidupan, salah satu material piroklastik adalah abu vulkanik, material ini memiliki sifat yang cepat mengeras dan sulit ditembus oleh air, baik dari atas maupun dari bawah permukaan. Oleh sebab itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui kapasitas infiltrasi tanah setelah erupsi Gunung Merapi 2010.

Metode penelitian ini terdiri dari dua penelitian, yaitu penelitian lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan dilakukan di sub DAS Krasak guna mengetahui laju infiltrasi menggunakan alat double ring infiltrometer dengan ukuran diameter 55 cm dan 30 cm, dengan tinggi 27 cm. Untuk pengujian kepadatan tanah lapangan menggunakan alat kerucut pasir (sand cone), sedangkan untuk pengambilan sample tanah menggunakan tabung silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 30 cm. Metode pemilihan lokasi pengujian dan pengambilan sample dilakukan berdasarkan peta Kawasan Rawan Bencana (KRB), kondisi lahan, dan kemiringan yang cukup landai. Lokasi pengujian terbagi menjadi 3 titik yaitu KRB I, KRB II, dan KRB III, dalam setiap KRB dilakukan dua kali pengujian laju infiltrasi untuk mendapatkan hasil yang akurat, penelitian di laboratorium dilakukan di laboratorium keairan dan lingkungan fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil (UMY) guna mengetahui kadar air.

Hasil Nilai kapasitas infiltrasi pada KRB I sebesar 42,638 cm/jam, pada KRB II sebesar 22,503 cm/jam, dan pada KRB III sebesar 19,667 cm/jam. Nilai volume total air infiltrasi pada KRB I dengan luas area 1 m² sebesar 0,567 m³, pada KRB II sebesar 0,298 m³, dan pada KRB III sebesar 0,217 m³. Nilai kepadatan tanah lapangan pada KRB I sebesar 10,454 kN/m³, pada KRB II sebesar 11,691 kN/m³, dan pada KRB III sebesar 13,866 kN/m³. Nilai kadar air tanah pada KRB I sebesar 35,7 %, pada KRB II sebesar 24,4 %, dan pada KRB III sebesar 17,8 %.

Kata kunci : Erupsi Gunung Merapi, Kawasan Rawan Bencana, Kapasitas infiltrasi, Volume total air infiltrasi, Kadar air dan Kepadatan tanah lapangan.

¹Disampaikan pada seminar tugas akhir, 4 Mei 2017

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
20130110174/ e-mail : Deden.Hendrawan@outlook.co.id

³Dosen Pembimbing 1

⁴Dosen Pembimbing 2

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Gunung Merapi yang berada di wilayah DIY dan Jawa Tengah merupakan salah satu gunung berapi yang masih aktif di dunia. Erupsi Gunung Merapi yang terjadi pada 26 Oktober 2010 tergolong erupsi terbesar dalam sejarah erupsi Gunung Merapi dan telah memuntahkan material sekitar 150 juta m³. Material tersebut dapat berupa awan panas, semburan bahan piroklastik dan gas beracun yang akan memberikan dampak negatif dan positif terhadap permukaan bumi dan kehidupan (Ikhsan dan Galih, 2012).

Kapasitas infiltrasi sangat berpengaruh dalam menentukan besar kecilnya limpasan permukaan. Apabila intensitas hujan jatuh pada lahan yang datar air menggenang sehingga mempunyai waktu yang banyak untuk infiltrasi dan kapasitas infiltrasi akan cepat terpenuhi. Sedangkan jika intensitas hujan jatuh pada lahan dengan kemiringan yang besar waktu untuk infiltrasi lebih sedikit dan air diatas permukaan tanah akan langsung menjadi limpasan mengalir mencari titik-titik terendah dengan cepat. Dengan adanya lapisan abu vulkanik nilai infiltrasi akan semakin kecil dan lambat, sehingga berdampak meningkatnya limpasan permukaan, meningkatnya aliran permukaan menjadi salah satu faktor naiknya debit sungai yang mengakibatkan terjadinya banjir. Oleh sebab itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui kapasitas infiltrasi tanah setelah erupsi Gunung Merapi 2010.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah nilai kadar air dan kepadatan tanah lapangan di kawasan rawan bencana DAS Kali Krasak sesudah erupsi Gunung Merapi 2010 ?
2. Berapakah nilai kapasitas infiltrasi dan volume total air infiltrasi di kawasan rawan bencana DAS Kali Krasak sesudah erupsi Gunung Merapi 2010 ?

3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian “Studi laju infiltrasi di DAS Kali Krasak pasca erupsi Merapi 2010” antara lain :

1. Mengetahui nilai kadar air dan kepadatan tanah lapangan di kawasan rawan bencana DAS Kali Krasak sesudah erupsi Gunung Merapi 2010.
2. Mengetahui nilai kapasitas infiltrasi dan volume total air infiltrasi di kawasan rawan bencana sub DAS Kali Krasak sesudah erupsi Gunung Merapi 2010.

4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini difokuskan pada kawasan rawan bencana lereng Gunung Merapi di DAS Krasak.
2. Pengambilan data dilakukan pada bagian hulu, tengah dan hilir sungai pada setiap pengujian.
3. Titik-titik pengujian dilakukan pada kondisi tanah datar.
5. Penentuan hulu, tengah, dan hilir didasarkan pada peta kawasan rawan bencana (KRB) yang dikeluarkan oleh Badan Penyelidik dan Pengembang Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG) – Kementrian Energi dan Sumberdaya Alam (ESDM) 2010.

6. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat dalam perkiraan debit banjir sehingga bisa untuk mengantisipasi dampak bencana banjir di DAS Krasak pada kawasan lereng Gunung Merapi ataupun seluruh kawasan lereng Gunung di wilayah Indonesia akibat limpasan langsung. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi rujukan kepada orang lain apabila akan melaksanakan penelitian yang sama di tempat yang berbeda.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang studi laju infiltrasi tanah pasca erupsi Merapi 2010 sudah ada yang melakukan namun berbeda lokasi. Adapun hasil penelitiannya sebagai berikut:

1. “Kajian laju infiltrasi tanah dan imbuhan airtanah lokal sub DAS Gendol pasca erupsi merapi 2010” yang diteliti oleh Ningsih, Sri dan Ig L. Setyawan Purnama pada tahun 2012.

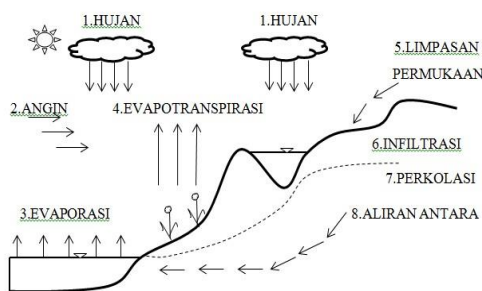
Adapun penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. “Kajian Nilai Infiltrasi Jenis Penutup Lahan di Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY) Dalam Upaya Penerapan Sistem Drainase Berkelanjutan” yang diteliti oleh Arwi Imam Pratama pada tahun 2015.

C. LANDASAN TEORI

1. Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredarannya dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Siklus hidrologi merupakan proses kontinu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi lagi (Triatmojo, 2008). Siklus air tersebut dapat digambarkan secara skema pada Gambar di bawah ini :



Gambar 1 Siklus Hidrologi

2. Sedimentasi

Menurut Asdak (dalam Nurjanah, 2016) penghasil sedimen terbesar adalah erosi permukaan lereng pegunungan, erosi sungai (dasars dan tebing alur sungai) dan bahan-bahan hasil letusan gunung berapi yang masih aktif. Hasil sedimen (*sedimen yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen tergantung pada besarnya erosi total di DAS dan tergantung pada *transport* partikel-partikel tanah yang tererosi tersebut keluar dari daerah tangkapan air DAS. Daerah aliran sungai (DAS) didefinisikan sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh kontur tertinggi atau punggung-punggung gunung. Daratan tersebut berfungsi untuk menampung dan

menyimpan air hujan dan kemudian dialirkan ke laut melalui sungai utama. DAS memiliki karakteristik dan parameter DAS masing-masing tergantung dari tata guna lahan dan kondisi geologi DAS (Triatmodjo, 2008).

3. Infiltrasi

Infiltrasi adalah peristiwa masuknya air kedalam tanah, umumnya (tetapi tidak pasti), melalui permukaan dan secara vertikal. Setiap jenis tanah mempunyai laju infiltrasi karakteristik yang berbeda-beda, yang bervariasi dari yang sangat rendah. Jenis tanah berpasir umumnya cenderung mempunyai laju infiltrasi tinggi, akan tetapi jika jenis tanah liat akan sebaliknya, cenderung mempunyai laju infiltrasi rendah.

Kurva kapasitas infiltrasi merupakan kurva hubungan antara kapasitas infiltrasi dan waktu yang terjadi selama dan beberapa saat setelah hujan. Kapasitas infiltrasi secara umum akan tinggi pada awal terjadinya hujan, tetapi semakin lama kapasitasnya akan menurun hingga mencapai konstan. Perhitungan model persamaan kurva kapasitas infiltrasi (*Infiltration Capacity Curve/IC-Curve*) yang dikemukakan oleh Horton adalah sebagai berikut:

$$f = fc + (f_0 - fc) e^{-Kt}$$

Keterangan :

- f = kapasitas infiltrasi (cm/jam)
- f₀ = laju infiltrasi awal (cm/jam)
- f_c = laju infiltrasi konstan (cm/jam)
- K = konstanta
- t = waktu (jam)
- e = 2,718

Menurut Triatmodjo (2009), laju infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

a. Kelembaban tanah

Jumlah air tanah mempengaruhi kapasitas infiltrasi. Ketika air jatuh pada tanah kering, permukaan atas dari tanah tersebut menjadi basah, sedang bagian bawahnya relatif masih kering.

b. Pemampatan oleh hujan

Ketika hujan jatuh di atas tanah, butir tanah mengalami pemadatan oleh butiran air hujan. Pemadatan tersebut mengurangi pori-pori tanah yang berbutir halus (seperti lempung), sehingga dapat mengurangi kapasitas infiltrasi. Untuk tanah pasir, pengaruh tersebut sangat kecil.

c. Tanaman penutup

Banyaknya tanaman yang menutupi permukaan tanah, seperti rumput atau hutan, dapat menaikkan kapasitas infiltrasi tanah tersebut. Dengan adanya tanaman penutup, air hujan tidak dapat memampatkan tanah, dan juga akan terbentuk lapisan humus yang dapat menjadi sarang/tempat hidup serangga. Apabila terjadi hujan lapisan humus mengembang dan lobang-lobang (sarang) yang dibuat serangga akan menjadi sangat permeabel. Kapasitas infiltrasi bisa jauh lebih besar daripada tanah yang tanpa penutup tanaman.

d. Topografi

Kondisi topografi juga mempengaruhi infiltrasi. Pada lahan dengan kemiringan besar, aliran permukaan mempunyai kecepatan besar sehingga air kekurangan waktu infiltrasi. Akibatnya sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan. Sebaliknya, pada lahan yang datar air menggenang sehingga mempunyai waktu cukup banyak untuk infiltrasi.

e. Intensitas hujan

Intensitas hujan juga berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Jika intensitas hujan I lebih kecil dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual adalah sama dengan intensitas hujan. Apabila intensitas hujan lebih besar dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual sama dengan kapasitas infiltrasi

4. Kadar air

Kadar air tanah dapat dinyatakan sebagai perbandingan berat air tanah terhadap berat tanah basah, perbandingan berat air tanah terhadap berat tanah kering, dan perbandingan volume air tanah terhadap volume tanah. Tanah basah adalah tanah yang mempunyai kandungan air diatas kapasitas lapang dimana kandungan air tanah dalam kondisi pori makro tanah terisi oleh udara sedangkan pori mikro diisi seluruhnya atau sebagian oleh air. Tanah kering adalah tanah yang mempunyai kandungan air kurang dari titik layu permanen dimana kandungan air yang tertinggal di dalam tanah berada dalam pori mikro yang terkecil dan di sekitar butir-butir tanah, sedangkan tanah lembab adalah tanah yang mempunyai kandungan air diantara kapasitas lapang dan titik layu permanen dimana pada keadaan ini, air akan tersedia bagi tanaman, Sarief (dalam Saribun, 2007).

5. Kepadatan tanah

Menurut Mandang dan Nishimura (dalam Burdiono, 2012), Pemadatan tanah merupakan perubahan keadaan dimana terjadi penyusutan volume tanah atau terjadi kenaikan berat tanah pada satu satuan volume tertentu. Kondisi tanah atau tingkat kepadatan tanah dapat ditentukan dengan parameter parameter tertentu seperti *Void ratio*, porositas, *bulk density*, dan berat jenis isi. *Void ratio* adalah perbandingan antara volume pori terhadap volume padatan. Porositas adalah perbandingan volume pori terhadap volume total. *Bulk density* adalah perbandingan berat tanah terhadap volume tanah total dan berat isi tanah adalah perbandingan berat kering tanah terhadap volume padatan.

6. Limpasan

Limpasan adalah apabila intensitas hujan yang jatuh di suatu DAS melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah. Setelah cekungan-cekungan tersebut penuh, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) diatas permukaan tanah.

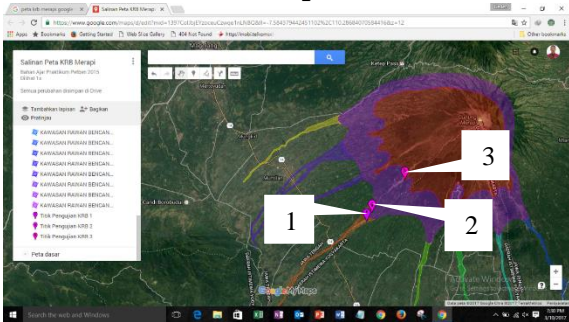
Aliran Permukaan (surface flow) adalah bagian dari air hujan yang mengalir dalam bentuk lapisan tipis di atas permukaan tanah. Aliran permukaan disebut juga aliran langsung (direct runoff). Aliran permukaan dapat terkonsentrasi menuju sungai dalam waktu singkat, sehingga aliran permukaan merupakan penyebab utama terjadinya banjir. Aliran antara (interflow) adalah aliran dalam arah lateral yang terjadi di bawah permukaan tanah. Aliran antara terdiri dari gerakan air dan lengas tanah secara lateral menuju elevasi yang lebih rendah. Aliran air tanah adalah aliran yang terjadi di bawah permukaan air tanah ke elevasi yang lebih rendah yang akhirnya menuju sungai atau langsung ke laut (Triatmojo, 2008).

D. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari dua penelitian yaitu penelitian lapangan dan laboratorium, penelitian lapangan dilakukan di sub DAS Krasak guna mengetahui kapasitas infiltrasi, volume total air infiltrasi, kepadatan tanah lapangan dan. Metode pemilihan lokasi pengujian dan pengambilan sample dilakukan berdasarkan peta Kawasan Rawan Bencana (KRB), kondisi lahan, dan kemiringan yang

cukup landai. Lokasi pengujian terbagi menjadi 3 titik yaitu KRB I, KRB II, dan KRB III, dalam setiap KRB dilakukan dua kali pengujian laju infiltrasi untuk mendapatkan hasil yang akurat, penelitian di laboratorium dilakukan di laboratorium keairan dan lingkungan fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil (UMY) guna mengetahui kadar air.

1. Lokasi penelitian



Gambar 2 Lokasi penelitian



Gambar 3 Detail lokasi pengujian KRB I

Keterangan :
 Jenis penutup lahan : Tanah
 Koordinat :-7.623623,110.351977
 Elevasi : 466,95 mdpl
 Dsa Merdikorejo
 Kec. Temperl, Sleman, Yogyakarta.



Gambar 4 Detail lokasi pengujian KRB II

Keterangan :
 Jenis penutup lahan : Rumput
 Koordinat :-7.616414,110.356599
 Elevasi : 505,97 mdpl
 Dsa Nglumut
 Kec. Srumbung, Magelang, Jawa Tengah



Gambar 5 Detail lokasi pengujian KRB III

Keterangan :
 Jenis penutup lahan : Rumput
 Koordinat :-7.589010,110.384112
 Elevasi : 737,06 mdpl
 Dsa Kaliurang
 Kec. Srumbung, Magelang, Jawa Tengah

Pada penelitian ini alat yang akan digunakan di lapangan maupun di laboratorium untuk mengkaji nilai kapasitas infiltrasi di sub DAS Krasak pasca erupsi Merapi 2010 adalah sebagai berikut :

a. *Double ring infiltrometer*



Gambar 6 *Double ring infiltrometer*

b. Alat pengambil sampel tanah



Gambar 7 Tabung silinder

c. Kerucut pasir (*sand cone*)



Gambar 8 Kerucut pasir (*sand cone*)

d. Alat uji kadar air



Gambar 9 Cawan uji kadar air

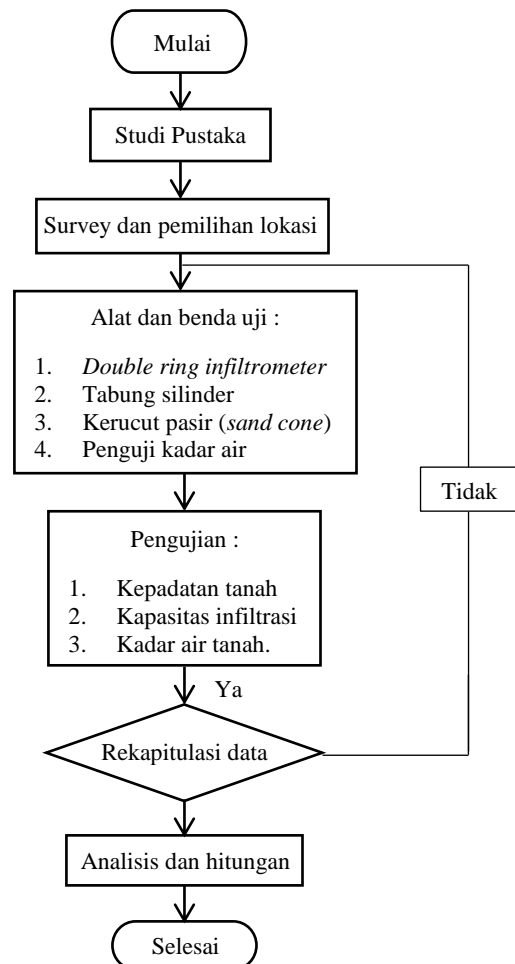
2. Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan Penelitian dilakukan secara berkala selama empat hari dan dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama yaitu pengujian kepadatan tanah, pengambilan sampel tanah, dan laju infiltrasi yang dilakukan di lapangan pada Hari Selasa, 28 Februari 2017, dan Hari Rabu, 1 Maret 2017. Sedangkan tahap kedua yaitu pengujian kadar air yang dilakukan di

laboratorium keairan dan lingkungan pada Hari Senin, 13 Maret 2017 s/d Selasa, 14 Maret 2017.

a. Bagan alir tahap penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dapat digambarkan dengan skema bagan alir sebagai berikut



Gambar 10 Bagan alir tahapan penelitian

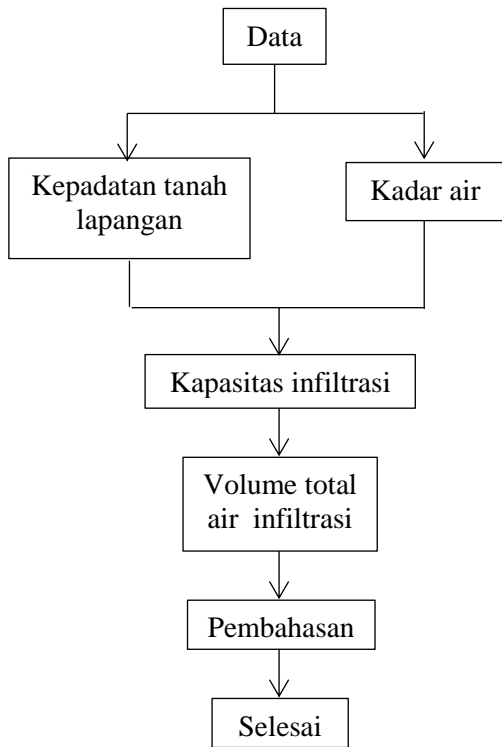
Berikut adalah uraian secara rinci tahap pelaksanaan penelitian :

- Memeriksa/menentukan kepadatan tanah lapangan dengan metode kerucut pasir (*sand cone*).
- Mengukur nilai kapasitas/laju infiltrasi dengan metode double ring infiltrometer, menggunakan alat berupa dua buah ring (silinder besi) berdiameter (55 cm dan 30 cm, dengan tinggi yang sama, yaitu 27 cm). Pengukuran dilakukan sampai laju infiltrasi mencapai konstan.
- Mengambil sampel tanah pada titik/tempat pengukuran nilai

kapasitas/laju infiltrasi untuk mengetahui kadar air sebelum pengujian, dengan menggunakan alat tabung silinder berdiameter 10 cm. Yaitu dengan cara memasukkan tabung silinder ke dalam tanah sampai kedalaman ± 20 cm.

- d. Memeriksa/menentukan kadar air tanah dari sampel tanah yang sudah diambil. Pemeriksaan kadar air tanah ini dilakukan di laboratorium keairan dan lingkungan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

b. Tahapan Analisis



Gambar 11 Skema analisis perhitungan

E. HASIL DAN PEMBAHASAN

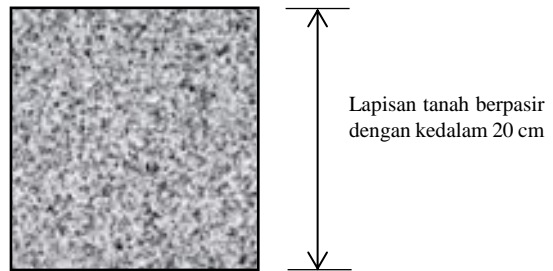
Pada pembahasan ini akan diuraikan perhitungan kapasitas infiltrasi dari tiga lokasi pengujian lapangan di sub DAS Krasak. Disamping menghitung kapasitas infiltrasi dilakukan juga perhitungan kepadatan tanah lapangan dan kadar air tanah lapangan. Perhitungan-perhitungan tersebut berguna untuk mendukung hasil dari kapasitas infiltrasi yang diperoleh.

Tabel 1 Waktu penelitian

Uraian	Jenis penutup lahan		
	Tanah	Rumput	Rumput
KRB	I	II	III
Hari	Selasa	Selasa	Rabu
Tanggal	28 Februari 2017	28 Februari 2017	1 Maret 2017
Waktu	10.30 WIB	12.30 WIB	10.30 WIB
Cuaca	Cerah	Mendung	Mendung

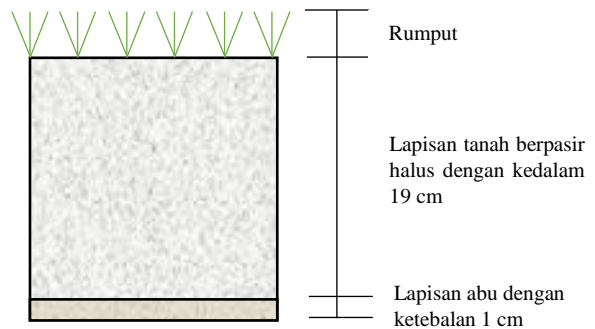
Keterangan jenis penutup lahan :

1. Lokasi KRB I :



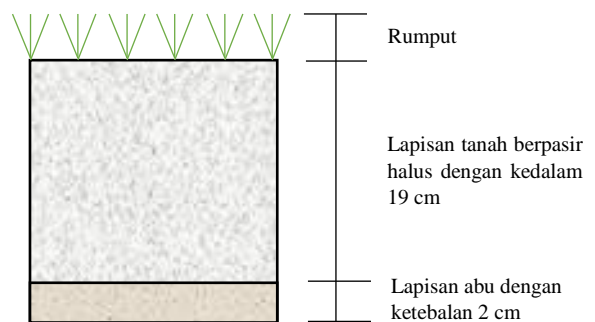
Gambar 12 Sketsa penutup lahan KRB I

2. Lokasi KRB II :



Gambar 13 Sketsa penutup lahan KRB II

3. Lokasi KRB III :



Gambar 14 Sketsa penutup lahan KRB III

1. Analisis perhitungan kadar air tanah sebelum pengujian infiltrasi

Pada pemeriksaan kadar air sebelum pengujian infiltrasi ini, sampel tanah yang diambil dari lapangan yaitu pada kedalaman ± 20 cm dari permukaan tanah. Sampel tanah tersebut kemudian bungkus rapat dengan menggunakan pelastik agar suhu dan udara tidak berubah, untuk setiap sampel tanah dilakukan 3 kali pengujian agar mendapatkan hasil yang akurat. Rumus yang digunakan untuk menghitung kadar air adalah sebagai berikut :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

dan

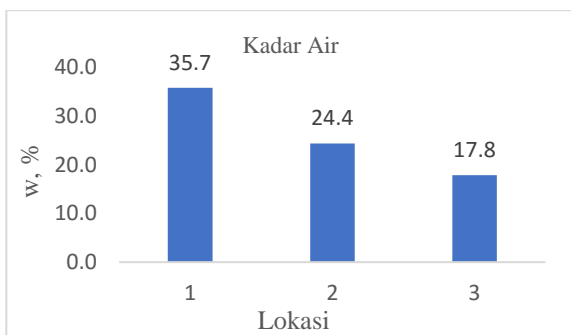
$$w = \left(\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \right) \times 100\%$$

Dengan keterangan :

- W : kadar air (%)
- W₁ : berat cawan (g)
- W₂ : berat cawan + tanah basah (g)
- W₃ : berat cawan + tanah kering (g)
- W_w : Berat air, (W₂-W₃)
- W_s : Berat tanah kering, (W₃-W₁)

Tabel 2 Hasil pemeriksaan kadar air KRB I

Parameter	Satuan	KRB		
		1	2	3
W1	gram	9.32	9.81	9.9
W2	gram	59.38	59.98	59.97
W3	gram	47.4	46.33	46.08
Ww	gram	11.98	13.65	13.89
Ws	gram	38.08	36.52	36.18
W	%	31.5	37.4	38.4



Gambar 15 Kadar Air KRB I sampai KRB III

Dari hasil perhitungan kadar air diatas dapat dijelaskan bahwa KRB I mempunyai kadar air tertinggi yaitu sebesar 35,7 %. Salah satu faktor yang mempengaruhi kadar air tanah adalah yang mempengaruhi kadar air tanah adalah pori tanah, tanah yang mempunyai ruang pori lebih banyak akan mampu menyimpan air dalam jumlah lebih banyak. Karena ruang-ruang pori tanah akan terisi oleh air.

2. Keapatan tanah lapangan

Pada pengujian ini alat yang digunakan adalah kerucut pasir (*sandcone*). Pengujian ini dilakukan berbarengan dengan pengujian laju infiltrasi, letak titik pengujiannya diantara dua titik pengujian *double ring infiltrometer*, sehingga untuk keapatan tanah lapangannya diasumsikan seragam. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

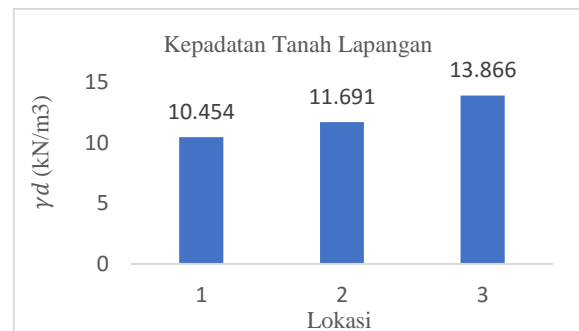
$$\gamma_d = \left(\frac{\gamma_p}{(1+w)} \right) \left(\frac{W_9 - W_8}{W_6 - W_7 - W_{PC}} \right)$$

Keterangan :

- γ_d = keapatan tanah lapangan (kN/m³)
- γ_p = berat volume pasir (g)
- w = kadar air (%)
- W₉ = berat kaleng + tanah (g)
- W₈ = berat kaleng (g)
- W₆ = berat botol + pasir (g)
- W₇ = botol + sisa pasir (g)
- W_{pc} = berat pasir pengisi kerucut (g)

Tabel 3 Hasil pengujian keapatan tanah lapangan.

Uraian	Jenis penutup lahan		
	Tanah Berpasir	Tanah Berpasir	Tanah Berpasir
KRB	I	II	III
γ _p (g)	11,173	11,173	11,173
W ₆ (g)	6350	6350	6350
W ₇ (g)	3000	2900	2850
W ₈ (g)	200	200	200
W ₉ (g)	3050	3250	3700
W _s (g)	2850	3050	3500
W _{pc} (g)	1106	1106	1106
w (%)	35.7	24.4	17.8
γ _d (kN/m ³)	10,454	11,691	13,866



Gambar 16 Keapatan tanah lapangan KRB I sampai KRB III

Dari Gambar 12 diatas dapat dijelaskan bahwa KRB III mempunyai nilai keapatan tanah yang paling tinggi yaitu sebesar 13,866 kN/m³. Hal ini dapat dipengaruhi oleh nilai kadar air pada

lokasi tersebut, seperti pada Gambar 11 dan Gambar 12 dapat dijelaskan bahwa semakin besar nilai kadar air maka kepadatannya kecil, sebaliknya jika kadar air kecil maka kepadatannya akan semakin besar. Selain itu, kepadatan tanah dapat mempengaruhi laju infiltrasi pada KRB tersebut, semakin besar nilai kepadatan tanah lapangannya maka laju infiltrasinya akan semakin lambat.

3. Analisis perhitungan kapasitas infiltrasi

Pengukuran nilai kapasitas infiltrasi pada pengujian ini menggunakan metode infiltrometer genangan. Alat yang digunakan pada metode ini adalah dua silinder (*double ring infiltrometer*) yang dimasukan kedalam tanah ± 5 sampai 10 cm. pengujian ini juga dilakukan pada 3 lokasi berbeda sesuai dengan peta KRB yang terdiri dari jenis tutupan lahan tanah dan rumput.

Dibawah ini adalah data hasil pengujian laju infiltrasi dilapangan KRB I sampai KRB III :

Tabel 4 Data laju infiltrasi lapangan KRB I sampai III

t (menit)	Jenis penutup lahan					
	Tanah		Rumput		Rumput	
	Selisih tinggi muka air (cm)					
	KRB I		KRB II		KRB III	
	Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2
10	12	10,7	5,6	5,8	3,5	4,5
20	8	8	4,8	3,2	3,3	3,5
30	7	8	4,5	3	3	3,5
40	7	7,2	4,5	3	3	3,5
50	7	7,2	4,5	3	3	3,5
60	7	7,2	-	-	-	-

Tabel 5 Data laju infiltrasi rata-rata KRB I sampai KRB III

t (menit)	Selisih tinggi muka air (cm)		
	KRB I	KRB II	KRB III
10	11.35	5.7	4
20	8	4	3.6
30	7.5	3.75	3.25
40	7.1	3.75	3.25
50	7.1	3.75	3.25
60	7.1	-	-

Setelah mendapat nilai laju infiltrasi lapangan seperti pada Tabel 3 berikutnya adalah menghitung nilai kapasitas infiltrasi. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai kapasitas infiltrasi pada pengujian kali ini menggunakan persamaan Horton.

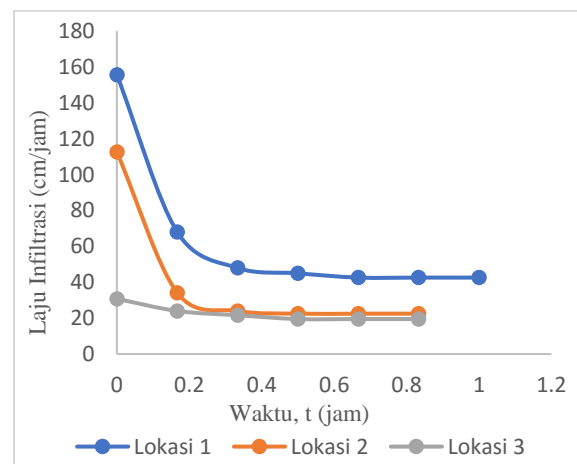
$$f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-Kt}$$

Keterangan :

- f = kapasitas infiltrasi (cm/jam)
- f₀ = laju infiltrasi awal (cm/jam)
- f_c = laju infiltrasi konstan (cm/jam)
- K = konstanta
- t = waktu (jam)
- e = 2,718

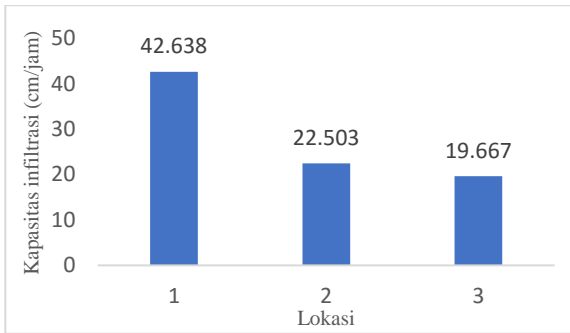
Tabel 6 Hasil perhitungan kapasitas infiltrasi metode Horton KRB I sampai KRB III

Uraian	Satuan	Jenis penutup lahan		
		Tanah KRB I	Rumput KRB II	Rumput KRB III
f ₀	cm/jam	155,733	112,705	30,763
f _c	cm/jam	42,6	22,5	19,5
Gradien m	-	-0,1997	-0,1395	-0,1048
K	-	8,006	12,295	5,056
f konstan	cm/jam	42,638	22,503	19,667



Gambar 17 Grafik perbandingan laju infiltrasi KRB I sampai KRB III

Dari Gambar 13 diatas dapat dijelaskan bahwa laju infiltrasi awalnya bergerak dengan cepat kemudian semakin banyak air terinfiltrasi kedalam tanah menyebabkan suatu lapisan di bawah permukaan tanah menjadi jenuh air maka laju infiltrasi semakin kecil dan lambat. ini memperlihatkan bagaimana model Horton yang digunakan dapat menduga nilai pengamatan dilapangan.



Gambar 18 Grafik Kapasitas infiltrasi KRB I sampai KRB III

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan pada KRB I sampai KRB III maupun grafik diatas dapat dijelaskan bahwa KRB I memiliki nilai kapasitas infiltrasi yang paling besar dibandingkan KRB II dan KRB III. Hal ini dapat terjadi karena pada KRB I memiliki kepadatan tanah yang kecil dibandingkan KRB II dan KRB III yang memungkinkan pergerakan air melalui pori yang besar akan semakin cepat dan memiliki kapasitas infiltrasi yang besar.

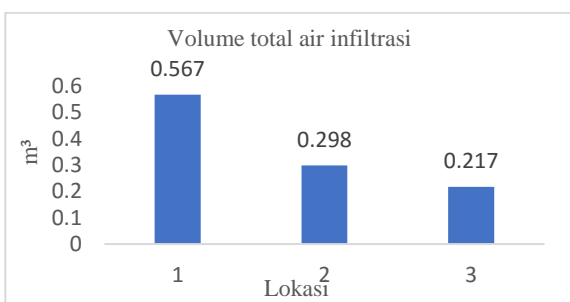
4. Analisis perhitungan volume air total infiltrasi

Pada perhitung volume total air infiltrasi total (V_t) diasumsikan pada area seluas 1 m^2 selama 1 jam, yaitu dengan cara mengintegalkan persamaan Horton yang sudah diperoleh dari perhitungan kapasitas infiltrasi tersebut :

$$V(t) = (fc \times t) + \left(\frac{f_0 - fc}{K} \right) \times (1 - e^{-Kt})$$

Table 7 Hasil perhitungan volume total air infiltrasi KRB I sampai KRB III

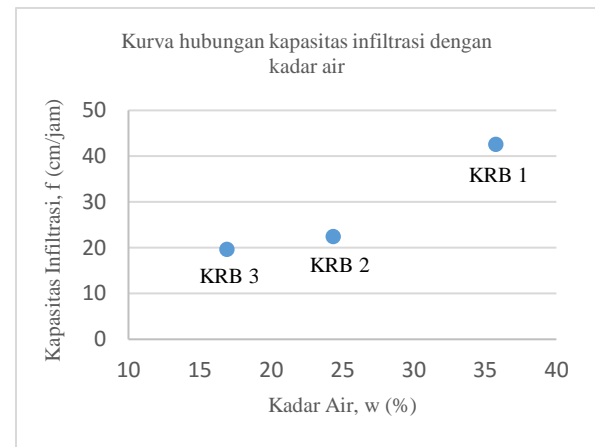
Parameter	Jenis penutup lahan		
	Tanah	Rumput II	Rumput III
KRB	I	II	III
f	56,726	29,836	21,714
$V_t \text{ m}^3 (1 \text{ m}^2)$	0,567	0,298	0,217
$V_t \text{ m}^3 (1 \text{ ha})$	5672,624	2983,649	2171,352



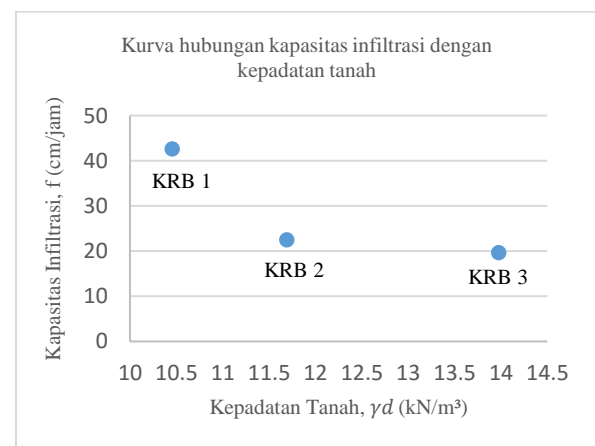
Gambar 19 Volume total air infiltrasi KRB I sampai KRB III

Dari hasil perhitungan volume total air infiltrasi yang telah dilakukan pada KRB I sampai KRB III dapat dijelaskan bahwa volume total air infiltrasi KRB I pada area seluas 1 m^2 mempunyai nilai yang lebih besar dari KRB II dan KRB III, hal ini juga dipengaruhi oleh nilai kapasitas infiltrasi KRB I yang paling besar diantara KRB II dan KRB III.

Dari nilai kapasitas infiltrasi pada penelitian ini juga dapat dibahas tentang hubungan kadar air dan kepadatan tanah dengan kapasitas infiltrasi. Berikut adalah kurva hubungan kadar air terhadap kapasitas infiltrasi dan kepadatan tanah terhadap kapasitas infiltrasi :



Gambar 20 Kurva hubungan kapasitas infiltrasi dengan kadar air



Gambar 21 Kurva hubungan kapasitas infiltrasi dengan kepadatan tanah

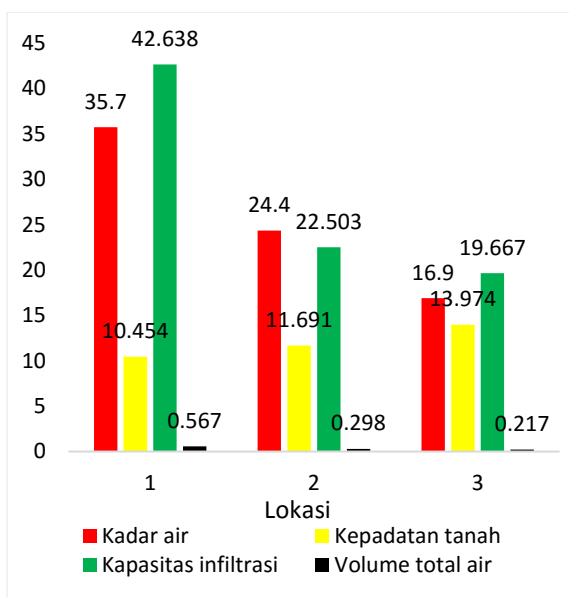
Dari kurva hubungan kapasitas infiltrasi dengan kadar air dan kurva hubungan kapasitas infiltrasi diatas diperoleh kadar air besar dengan kepadatan yang rendah memiliki kapasitas infiltrasi besar. Hal ini tidak sesuai dengan teori yang seharusnya, jika kadar air besar dengan

kepadatan tanah yang rendah maka kapasitas infiltrasinya kecil. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi kadar airnya besar adalah porositas, humus/kandungan kimia tanah, dan tanah yang tidak homogen.

Berdasarkan analisis perhitungan yang telah diuraikan, maka hasil perhitungan nilai kapasitas infiltrasi, volume total air infiltrasi, kepadatan tanah lapangan, dan kadar air di sub DAS Krasak dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini :

Tabel 8 Hasil analisis perhitungan

Uraian	Jenis penutup lahan		
	Tanah	Rumput	Rumput
KRB			
Kapasitas infiltrasi, (f) Horton	42,638	22,503	19,667
Kadar air, %	35,7	24,4	17,8
Kepadatan tanah, kN/m ³	10,454	11,691	13,866
Volume total air 1 m ² , (Vt) m ³	0,567	0,298	0,217



Gambar 22 Perbandingan nilai kadar air, kepadatan tanah, kapasitas infiltrasi, dan volume total air infiltrasi KRB I sampai KRB III

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan pada KRB I sampai KRB III maupun grafik diatas, bahwa KRB I memiliki nilai kapasitas infiltrasi yang paling besar dibandingkan KRB II dan KRB III. Hal ini terjadi karena faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi pada lokasi tersebut. Dari tiga lokasi tersebut KRB I memiliki kapasitas infiltrasi yang paling besar, hal ini dapat terjadi karena memiliki kadar air yang besar dan kepadatan tanah lapangan yang kecil. Dengan nilai kadar air

besar diperoleh kapasitas infiltrasi yang besar hal ini berbalik dengan teori yang seharusnya semakin besar kadar air maka infiltrasinya akan semakin kecil. Namun kenyataannya hasil pengujian dilapangan tidak sesuai dengan teori, hal ini kemungkinan bisa dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi kadar air seperti porositas, meskipun kadar air besar jika memiliki porositas yang besar kemungkinan dapat menyerap air lebih banyak. Sedangkan nilai kepadatan tanah yang kecil dapat memungkinkan pergerakan air atau laju infiltrasinya akan semakin cepat dan kapasitas infiltrasinya akan semakin besar. Selain itu juga pada KRB I pada saat pengambilan sampel tanah pada kedalaman ± 20 cm tidak terdapat lapisan abu. Sedangkan nilai kapasitas infiltrasi yang paling kecil terdapat pada KRB III. Hal ini dapat terjadi karena lokasi KRB III memiliki kepadatan tanah yang paling besar, dengan kepadatan tanah yang cukup besar dapat berdampak pada laju infiltrasi akan lambat dan memiliki kapasitas infiltrasi yang kecil. Selain itu juga pada KRB III pada saat pengambilan sampel tanah pada kedalam ± 20 cm terdapat lapisan abu.

F. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah diuraikan, maka didapat kesimpulan bahwa hasil perhitungan nilai kapasitas infiltrasi, volume total air infiltrasi, kepadatan tanah lapangan dan kadar air di sub DAS Krasak adalah sebagai berikut :

- Kadar air
Nilai kadar air tanah pada KRB I sebesar 35,7 %, pada KRB II sebesar 24,4 %, dan pada KRB III sebesar 17,8 %.
- Kepadatan tanah lapangan
Nilai kepadatan tanah lapangan pada KRB I sebesar 10,454 kN/m³, pada KRB II sebesar 11,691 kN/m³, dan pada KRB III sebesar 13,866 kN/m³.
- Kapasitas infiltrasi
Nilai kapasitas infiltrasi pada KRB I sebesar 42,638 cm/jam, pada KRB II sebesar 22,503 cm/jam, dan pada KRB III sebesar 19,667 cm/jam.
- Volume total air infiltrasi
Nilai volume total air infiltrasi pada KRB I dengan luas area 1 m² sebesar 0,567 m³, pada KRB II sebesar 0,298 m³, dan pada KRB III sebesar 0,217 m³.

2. Saran

1. Disarankan untuk penelitian berikutnya penentuan anatar titik pengujian *double ring infiltrometer* disetiap lokasi sebaiknya tidak saling berjauhan.
2. Pengujian kepadatan tanah lapangan sebaiknya dilakukan di setiap titik pengujian *double ring infiltrometer* agar mendapatkan hasil yang lebih valid.
3. Sebaiknya dilakukan pengujian jenis tanah berdasarkan berat jenis untuk mengetahui jenis tanah di lapangan secara pasti.
4. Untuk penelitian berikutnya sampel tanah yang diambil dari lokasi penelitian sebaiknya dilakukan pengujian analisis saringan untuk mengetahui gradasi butiran tanah dan persentase kandungan pasirnya.

G. DAFTAR PUSTAKA

- Barid, Burhan., Ilhami, Tyas., F, Fadli, 2007, Kajian Unit Resapan Dengan Lapisan Tanah dan Tanaman Dalam Menurunkan Limpasan Permukaan, Teknik Keairan, Vol, 13.
- Burdiono, Muh. 2012. Pemanfaatan serasah tebu sebagai mulsa terhadap pemadatan tanah akibat lintasan roda traktor pada pg. Takalar. Universitas Hasanuddin Makassar, Makassar.
- BPPTK-SDM, 2010. Peta Kawasan Rawan Bencna Gunung Merapi dan Area Terdampak Letusan 2010. Yogyakarta.
- Hendrawan, Deden, 2014, Laporan Praktikum Pengantar Geoteknik Mekanika Tanah, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Ikhsan, Jazaul dan Galih Wicaksono. 2012. Pengaruh Lahar Dingin Pasca Erupsi Merapi 2010 terhadap Kondisi Fisik Sungai Progo Bagian Tengah. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Ningsih, Sri dan Ig L. Setyawan Purnama. 2012. Kajian laju infiltrasi tanah dan imbuhan air tanah lokal sub DAS Gendol pasca erupsi merapi 2010. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Notohadiprawiro. 2000. Tanah dan Lingkungan. Yogyakarta: Akademi Press.
- Nurjanah, Titi. 2016. Analisis erosi dan sedimentasi Sungai Progo setelah letusan Gunung Merapi 2010 menggunakan Aplikasi Hec-ras 4.1.0. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil UMY.
- Pratama, Arwi Imam. 2015. Kajian nilai infiltrasi jenis penutup lahan di UMY dalam upaya penerapan sistem drainase berkelanjutan. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil UMY.
- Rohmat, Dede dan Soekarno, Iindratmo. 2006. Formulasi Efek Sifat Fisik Tanah terhadap Permeabilitas dan Suction Head Tanah (Kajian Emfirik untuk Meningkatkan Laju Infiltrasi). Jurnal Bionatura. Volume 8. No. 1, Bandung.
- Saribun, Daud S. 2007. Pengaruh jenis penggunaan lahan dan kelas kemiringan lereng terhadap bobot isi, porositas total, dan kadar air tanah pada sub-das cikapundung hulu. Bandung: Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.
- Soemarto, C. D. 1999. Hidrolika Teknik. Jakarta: Erlangga.
- Sosrodarsono, Suyono. 2003. Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Subagyo, Kasdi. 2014. Dampak Erupsi Gunung Merapi Terhadap Sumberdaya Air. Balai Besar Pengkaji dan Pengembang Teknologi Pertanian (BB.Pengkajian). Bogor.
- Suriadikarta, D.A dkk. 2010. Identifikasi Sifat Kimia Abu Volkan, Tanah dan Air di Lokasi Dampak Letusan Gunung Merapi. Bogor : Balai Penelitian Tanah.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset.