

Kajian Hubungan Intensitas Hujan – Limpasan Pada Plot Uji Berlereng Dengan Permukaan Kedap Air

Muhammad Ageng Ulumuddin¹, Laksni Sedyowati², Gunawan Wibisino²

¹Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang

²Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang

Keywords :

Rain intensity; runoff; waterproof surface; rain simulator; slope variation.

Kata Kunci :

Intensitas hujan; limpasan; permukaan kedap air; simulator hujan; variasi kemiringan.

Article History :

Submitted : 1 Januari 2020

Accepted : 1 Februari 2020

Available Online : 1 Juni 2020

Korespondensi Penulis :

M. Ageng Ulumuddin

Email :

agengulumuddin@gmail.com

Abstract

The rapid development of infrastructure development causes the reduction of land catchment areas. As a direct impact, the greater the runoff that occurs along the flow. Observations to determine the relationship between rainfall intensity, slope and runoff were carried out through field experiments. The experiment was carried out on a test plot scale with a rain simulator that could adjust the rainwater pressure and the slope of the test plot so that it was close to the actual conditions in the field. Observations were made by varying the intensity of rain and 3 variations of the slope of the test plot, namely: 0%, 2% and 5%. The results of the observations show the coefficient of determination of the relationship between rain intensity and runoff using the exponential function in the strongest excel software at the slope of the test plot of 0% (flat) with the coefficient of determination $R^2 = 0.8455$. The greater the slope of the test plot, the smaller the value of the coefficient of determination.

Abstrak

Perkembangan infrastruktur pembangunan yang pesat menyebabkan semakin berkurangnya lahan tanah resapan. Sebagai dampak langsung maka akan semakin besar limpasan yang terjadi di sepanjang aliran. Pengamatan untuk mengetahui hubungan antara intensitas hujan, kemiringan dan limpasan dilakukan melalui percobaan lapangan. Percobaan dilakukan pada skala plot uji dengan alat simulator hujan yang dapat diatur tekanan air hujan dan kemiringan plot uji sehingga mendekati kondisi sebenarnya di lapangan. Pengamatan dilakukan dengan memvariasikan intensitas hujan dan 3 variasi kemiringan plot uji, yaitu : 0%, 2% dan 5%. Hasil pengamatan menunjukkan nilai koefisien determinasi hubungan intensitas hujan dengan limpasan menggunakan fungsi eksponensial pada software excel terkuat pada kemiringan plot uji 0% (datar) dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,8455$. Semakin besar kemiringan plot uji, semakin kecil nilai koefisien determinasi.

DOI :

Sitasi : Ulumuddin, M. Ageng. 2022. Kajian Hubungan intensitas Hujan – Limpasan Pada Plot Uji Berlereng Dengan Permukaan Kedap. Vol. 1; No. 1; pp. 1-8.

1. Pendahuluan

Maraknya pembangunan tanpa perencanaan yang matang, menyisakan pekerjaan rumah baru dengan semakin bertambahnya wilayah yang tergenang di musim hujan. Hal ini dipicu dengan beralihnya fungsi lahan dari lahan resapan berubah menjadi lahan permukiman. Hujan yang seharusnya meresap ke tanah, berubah melimpas (*run off*) di permukaan tanah. Akibatnya terjadilah genangan air yang sangat mengganggu aktivitas.

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1978:135), limpasan permukaan terjadi ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan atau depresi pada permukaan tanah. Limpasan terjadi akibat intensitas hujan yang turun melebihi kapasitas infiltrasi, saat laju infiltrasi terpenuhi maka air akan mengisi cekungan yang terdapat pada permukaan tanah. Setelah cekungan-cekungan tersebut terisi air dan penuh, maka air akan mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah (*surface runoff*). Menurut Mawardi (2012) laju dan kapasitas infiltrasi dapat di tentukan dengan menggunakan metode percobaan lapangan secara langsung dengan menggunakan infiltrometer, atau dapat di perkirakan menurut rumus empiris yang telah ada seperti rumus empiris yang sudah dikembangkan. Di lain hal, hubungan hujan dan limpasan bersifat kompleks dan nonlinier. Oleh karena itu diperlukan model hidrologi yang dapat menjelaskan proses sebenarnya di alam. Model hidrologi dapat berbentuk model fisik, analog atau matematik. Model hidrologi hujan-limpasan sangat berguna untuk memperkirakan parameter hidrologi di masa yang akan datang. Salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya kecepatan limpasan adalah kemiringan lahan. Menurut Sharma, 1987, kemiringan yang tajam menghasilkan limpasan yang lebih besar dibandingkan kemiringan landai. Pemakaian kemiringan yang bervariasi dapat memberikan hasil yang akurat sesuai banyaknya variasi kemiringan tanah yang ada di lapangan.

Penelitian ini mengkaji tentang hubungan hujan-limpasan dengan lapisan kedap air pada berbagai variasi kemiringan permukaan. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan alat simulator hujan. Lahan dasar menggunakan lapisan kedap air. Lapisan kedap air dipilih dengan anggapan bahwa keadaan daya serap tanah sudah tidak dapat menampung lagi curah hujan yang terjadi. Berdasarkan hal tersebut, tujuan dari kajian ini adalah mengetahui bentuk hubungan hujan-limpasan pada plot uji dengan permukaan kedap air terhadap kemiringan dan pengaruh kemiringan terhadap bentuk kurva hujan-limpasan.

2. Metode Penelitian

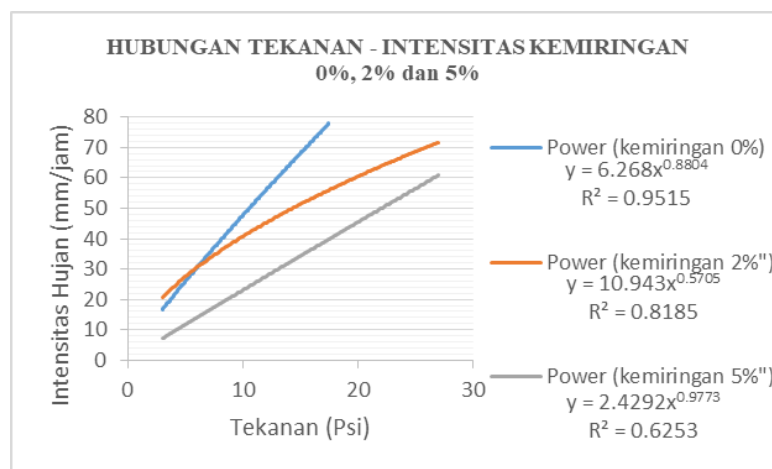
Pengamatan dilakukan melalui eksperimen lapangan. Eksperimen berada di lahan terbuka di daerah Taman Sulfat kota Malang. Ukuran lahan yang digunakan adalah 20 m x 20 m, pengamatan dilaksanakan pada bulan April – Juli 2016. Lahan pengujian yang berupa lahan lapisan kedap air mempunyai ukuran 2 m x 6 m, dilengkapi dengan simulator hujan yang terdiri dari lima alat pencurah (*sprinkler*) mencakup seluruh luasan lahan pengujian, alat ukur debit dan volume pada bagian hilirnya, Gambar 1. Penelitian tidak memperhitungkan musim, sedangkan evaluasi kinerja simulator hujan dilakukan menggunakan parameter keseragaman distribusi (*distribution uniformity*) dan koefisien keseragaman (*coefficient of uniformity*) curah hujan.

Pengujian simulator hujan dilakukan dengan beberapa variasi tekanan dan 3 variasi kemiringan plot uji. Parameter yang digunakan yaitu intensitas hujan, debit, dan kemiringan plot uji. Hasil kalibrasi pada penelitian sebelumnya juga di gunakan untuk mengetahui nilai dari intensitas dan debit berdasarkan suatu tekanan. Bentuk *trendline* dan harga koefisien determinasi ditentukan berdasarkan pengamatan yang dilakukan dari penelitian sebelumnya, Jaya (2016) dan Ishlah (2016), Gambar 2 dan Gambar 3. Pengamatan didukung dengan pembacaan tinggi hilir di v notch untuk mengetahui debit limpasan dan tekanan untuk mengetahui nilai intensitas pada persamaan tersebut.



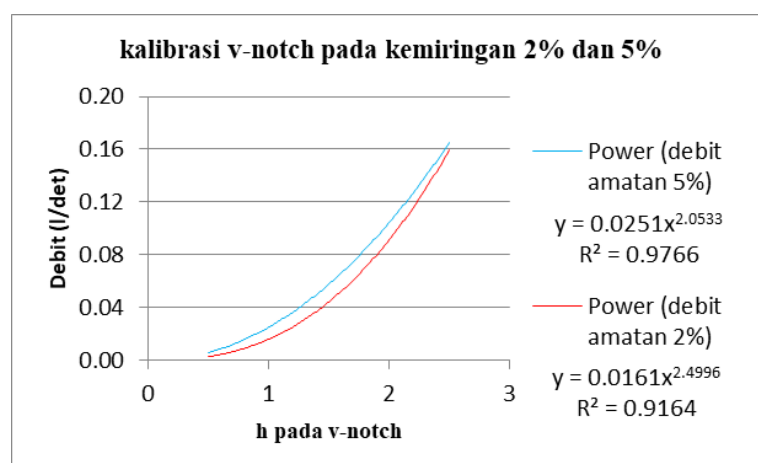
Gambar 1. Alat Uji Simulator Hujan

Sumber: Sedyowati L., dkk., 2017



Gambar 2. Kalibrasi Tekanan – Intensitas Kemiringan 0%, 2% Dan 5%

Sumber : Jaya, 2016



Gambar 3. Kalibrasi V-Notch Kemiringan 2% Dan 5%

Sumber : Ishlah, 2016

Untuk menentukan dan mendapatkan informasi mengenai kecocokan model diperoleh dari nilai koefisien determinasi. Menurut Ghozali (2016), pengujian koefisien determinasi

dilakukan dengan tujuan untuk mengukur kemampuan model dalam menjelaskan seberapa besar pengaruh variabel bebas secara bersama-sama mempengaruhi variable tidak bebas yang dapat diindikasikan melalui nilai adjusted R – Squared. Dalam regresi R² ini dijadikan sebagai pengukuran seberapa baik garis regresi mendekati nilai data asli yang dibuat model. Jika R² sama dengan 1, maka angka tersebut menunjukkan garis regresi cocok dengan data secara sempurna. Dengan kata lain, variable bebas memberikan hamper semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variable tidak bebas atau terikat. Sebaliknya, apabila nilai R² semakin kecil menunjukkan bahwa kemampuan variable-variabel bebas dalam menjelaskan variable terikat sangat terbatas. Sarwono (2006), memberikan besaran angka determinasi sebagai berikut:

1. 0-0.25 : Korelasi sangat lemah
2. >0.25-0.5 : Korelasi cukup
3. >0.5-0.75 : Korelasi kuat
4. >0.75-1 : Korelasi sangat kuat

Pendapat lain dikemukakan oleh Chin (1998), yang menyatakan bahwa nilai R-Square diklasifikasikan kuat jika mempunyai nilai lebih dari 0,67, moderat jika memiliki nilai lebih dari 0,33 tetapi lebih rendah dari 0,67, dan termasuk klasifikasi lemah jika mempunyai nilai lebih dari 0,19 tetapi lebih rendah dari 0,33.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengamatan dilakukan dengan memvariasikan intensitas hujan buatan dimana intensitas hujan buatan dibuat sehingga mendekati klasifikasi sesungguhnya. Klasifikasi intensitas hujan, dapat dilihat dalam tabel 1 berikut :

Tabel 1. Klasifikasi Intensitas Hujan

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	Klasifikasi
1	0-5	Sangat Rendah
2	5-10	Rendah
3	11-25	Sedang
4	26-50	Agak Tinggi
5	51-75	Tinggi
6	>75	Sangat Tinggi

Sumber : Kohnke dan Bertrand, 1959 dalam Arsyad, 2010

Berdasarkan tabel 1, intensitas hujan buatan yang dipilih berada pada klasifikasi agak tinggi, yaitu intensitas hujan antara 26-50 (mm/jam). Variasi dibuat sedemikian hingga, intensitas hujan berada pada kisaran range tersebut. Hal ini disebabkan, pada intensitas hujan yang kecil, perubahan yang terjadi tidak teramati secara jelas. Sehingga untuk pengamatan selanjutnya, intensitas hujan yang digunakan berada pada klasifikasi intensitas hujan agak tinggi. Untuk menghitung debit, digunakan rumus perkiraan debit limpasan dari metode Rasional (Chow, 1988), yaitu:

$$Q = 0,277 C \times I \times A \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- Q : debit puncak pada periode ulang T tahun (m³/detik)
- C : koefisien limpasan
- I : rata-rata intensitas hujan (mm/jam)

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, menunjukkan bahwa dengan variasi debit dan intensitas hujan pada kemiringan plot uji, menggambarkan suatu pola yang beraneka ragam.

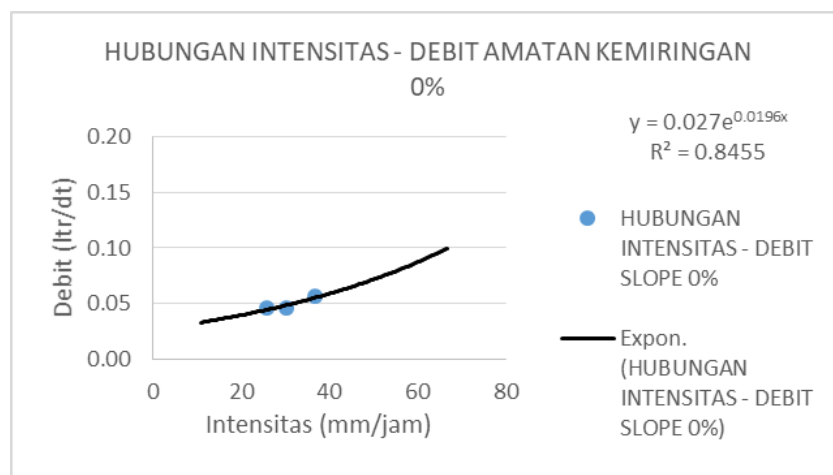
Kemiringan Plot Uji 0 %

Pengamatan dengan kemiringan plot uji 0%, dengan variasi intensitas hujan dan debit, terlihat pada tabel 2 dan gambar 3.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit pada Kemiringan 0%

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	Debit amatan (ltr/ dt)
1	25,852	0,0462
2	30,354	0,0463
3	36,943	0,0568

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 4. Hubungan Intensitas – Debit Limpasan Kemiringan 0%

Sumber : Hasil Analisis

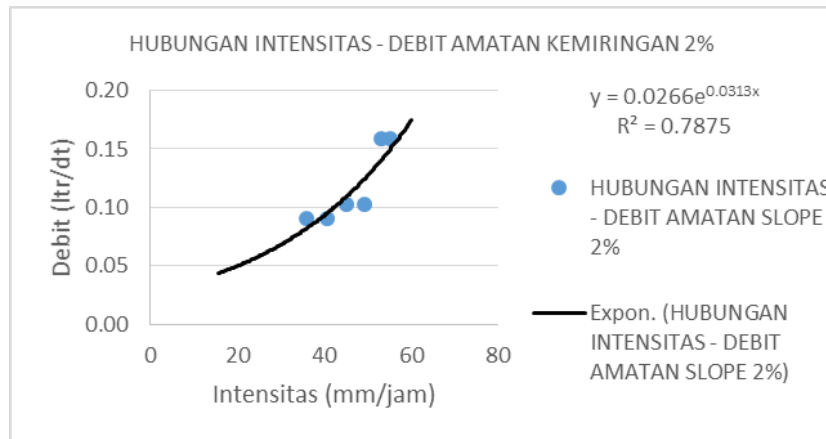
Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai intensitas dan nilai debit limpasan memiliki nilai berbanding lurus, yaitu semakin besar intensitas maka semakin besar nilai debit limpasannya. Terlihat dari harga koefisien determinasi, $R^2 = 0,8455$. Nilai $R^2 = 0,8455$ menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara intensitas - debit yang sangat kuat. Hal ini berarti bahwa semua variable bebas secara simultan mempunyai pengaruh sebesar 84,55% terhadap kemiringan plot uji. Sedangkan sisanya yaitu sebesar 15,45% dipengaruhi oleh variable lain yang tidak diujikan dalam penagamatan.

Kemiringan Plot Uji 2%

Tabel 3. Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Kemiringan 2%

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	Q amatan (ltr/ dt)
1	35,838	0,091
2	40,704	0,091
3	45,166	0,103
4	49,318	0,103
5	55,094	0,159
6	53,221	0,159

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 5. Hubungan Intensitas – Debit Amatan pada Kemiringan 2%

Sumber : Hasil Analisis

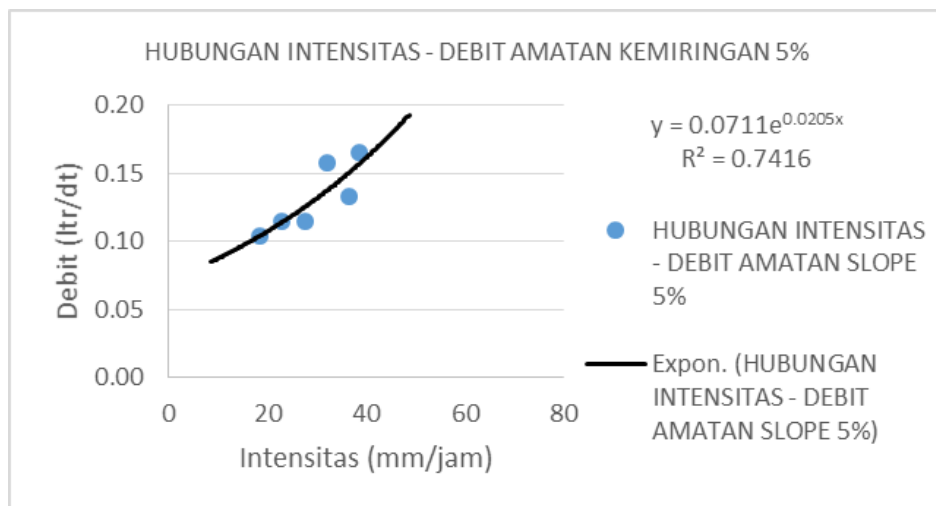
Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,7875$, yang berarti bahwa hubungan intensitas - debit mempunyai hubungan yang sangat kuat. Hubungan intensitas dengan debit amatan bernilai sama dengan hubungan intensitas dengan debit empiris pada kemiringan 2%. Akan tetapi hubungan intensitas dengan debit limpasan lebih lemah dari pada hubungan intensitas dengan debit pada kemiringan 0%, hal itu menunjukkan semakin kecil pengaruh variabel intensitas terhadap variabel debit limpasan karena pengaruh kemiringan.

Kemiringan Plot Uji 5%

Tabel 4. Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Kemiringan 5%

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	Q amatan (ltr/ dt)
1	18,538	0,104
2	23,055	0,115
3	27,552	0,115
4	32,031	0,158
5	36,496	0,133
6	38,724	0,165

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 6. Hubungan Intensitas – Debit Amatan Kemiringan 5%
Sumber : Hasil Analisis

Sebagaimana pengamatan sebelumnya pada kemiringan berbeda, Gambar 6, menunjukkan bahwa pada kemiringan plot uji 5%, nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,7416$. Nilai ini menginformasikan bahwa hubungan intensitas - debit memiliki hubungan yang kuat. Hubungan intensitas dengan debit amatan sama kuat dengan hubungan intensitas dengan debit empiris yaitu memiliki harga koefisien determinasi yang sama.

Berdasarkan ketiga nilai koefisien determinasi, secara statistik menunjukkan, semakin besar kemiringan, maka akan semakin kecil nilai R^2 , dari hubungan yang sangat kuat berubah menjadi hubungan kuat. Dari gambaran ini terlihat bahwa debit limpasan meningkat seiring meningkatnya intensitas hujan. Pengamatan menunjukkan limpasan maksimum terjadi pada kemiringan 0% atau dapat dikatakan tanpa kemiringan. Secara umum, dari pengamatan diperoleh bahwa terjadinya peningkatan intensitas hujan dan kemiringan maka akan terjadi peningkatan debit limpasan. Hal ini dipertegas dari beberapa pendapat yang dikemukakan oleh para ahli sebelumnya. Beberapa pendapat menyatakan bahwa tingkat kemiringan lahan akan berpengaruh pada besarnya debit limpasan. Wiradisastra (1999), menyatakan bahwa terjadinya limpasan dan erosi berjalan bersama dengan terjadinya proses pengikisan, pengangkutan dan pengendapan atau sedimentasi. Sementara itu, Daud (2007) mengatakan bahwa tingkat kemiringan lahan yang semakin besar menyebabkan butiran tanah yang terpercik ke bawah oleh tumbukan air hujan semakin banyak, sehingga mengakibatkan lapisan tanah atas (top soil) dan lapisan bahan organik tanah menjadi terkikis. Hal ini berdampak, tanah menjadi lebih padat dan air yang masuk ke dalam tanah yang dapat diikat oleh partikel tanah menjadi lebih sedikit, selebihnya mengalir melalui permukaan tanah menjadi *run off* atau limpasan. Hal ini memperkuat hasil pengamatan yang telah dilakukan. Sedangkan menurut Hardjowigeno, 2007, menyatakan bahwa faktor terpenting dalam aliran permukaan dan erosi adalah sifat hujan yaitu jumlah curah hujan, intensitas hujan, dan distribusi hujan. Meskipun hujan turun dengan intensitas hujan sedang, jika terjadi pada hari yang beruntun maka akan menyebabkan aliran permukaan yang besar. Hal ini disebabkan kondisi kadar air tanah tidak mengalami peresapan yang sempurna serta kehilangan air akibat evaporasi dapat tertahan. Dalam pengamatan ini, karena alat uji dibuat kedap air, maka tidak dapat diperkirakan besar air yang meresap ke dalam tanah, tetapi semua air dianggap melimpas di atas permukaan lapisan kedap air untuk memperoleh hasil yang optimal.

Selain dari nilai koefisien determinasi, Gambar 4, 5 dan 6, menunjukkan suatu gambar kurva dengan *trendline* yang semakin curam dengan semakin besarnya kemiringan plot uji. Hal ini memperkuat adanya hubungan yang kuat antara kemiringan dengan intensitas hujan dan limpasan.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa kemiringan plot uji mempengaruhi harga koefisien determinasi hubungan intensitas hujan – limpasan. Hal ini ditunjukkan dengan harga koefisien determinasi yang dihasilkan, yaitu pada kemiringan 0% amatan, $R^2 = 0,8455$, dengan fungsi eksponensial menghasilkan persamaan $y = 0,027e^{0,0196x}$. Pada kemiringan 2% amatan, $R^2 = 0,7875$, dengan fungsi eksponensial menghasilkan persamaan $y = 0,0266e^{0,0313x}$. Pada kemiringan 5% amatan, $R^2 = 0,7416$, dengan fungsi eksponensial menghasilkan persamaan $y = 0,0711e^{0,0205x}$. Dari ketiga hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar kemiringan dari plot uji maka semakin lemah hubungan intensitas hujan – limpasan.

Bentuk kurva dari hasil pengamatan, membuat kurva memiliki *trendline* yang lebih curam jika semakin besar kemiringan dari plot uji, sebagaimana terlihat dari *trendline* pada gambar hubungan intensitas – debit limpasan pada tiap kemiringan.

5. Daftar Pustaka

- Arsyad, S. 2010. "Konservasi Tanah dan Air". Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Chin, W. W. 1998. "The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling". *Modern Methods for Business Research*, 295, 336
- Chow, V.T., Maidment, D.R and Mays, L.W. 1988. "Applied Hydrology". Mc. GrawHill International Edition. Civil Engineering Series.
- Daud, S. S. 2007. "Pengaruh Jenis Penggunaan lahan dan Kelas Kemiringan Lereng terhadap Bobot Isi, Porositas Total dan kadar Air Tanah pada SubDAS Cikapundung Hulu", Skripsi Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor (Tidak dipublikasikan)
- Ghozali, I. 2016. "Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 23". Semarang : Edisi 8, Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hardjowigeno, S. 2007. "Ilmu Tanah. Akademika Pressindo". Jakarta
- Ishlah, M. Azka Afkarul. 2016. "Perilaku Aliran Permukaan Pada Plot Uji Berlereng Menggunakan Alat Ukur Debit V-Notch". Malang : Universitas Merdeka Malang.
- Jaya, D. Putra Iman. 2016. "Evaluasi Kinerja Simulator Hujan Pada Skala Plot Uji". Malang : Universitas Merdeka Malang.
- Sharma, R. K. 1987. "A Text Book of Hydrology & Water Resources". India : Dhanpat Rai & Sons.
- Sedyowati, L., Suhardjono, S., Suhartanto, E., Sholichin, M. 2017. "Runoff Velocity Behavior on Smooth Pavement and Paving Blocks Surface Measured by E. Tilted Plot". *Journal of Water and Land Development*. No. 33 p.149-156. DOI: 10.1515/jwld-2017-0030.
- Sosrodarsono, S dan K, Takeda. 1987. "Hidrologi untuk Pengairan". Bandung : PT. Pradya Paramita.
- Suyono, S. 2006. "Hidrologi untuk Pengairan". Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Varshney, R. S. 1979. "Engineering Hidrology". India : Bhagalpur College of Engineering Bhagalpur.
- Wiradisastra. 1999. "Geomorfologi dan Analisis Lanskap". Bogor : Laboratorium Penginderaan Jauh dan Kartografi Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.