

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF RAIN FREQUENCY ON
PERMEABILITY AND PONDONG TIME ON TYPE SOIL COMMON
SOIL (Laboratory Testing Study With Rainfall Simulator)**

Abdul Rakhim Nanda¹ Eki Sandi² dan Sulvahenra³

¹Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
Email : rahim_nanda@yahoo.co.id

² Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
Email : ekisandi28@gmail.com

³ Universitas Muhammadiyah MakassarMakassar, Indonesia
Email : Sulvahenra29@gmail.com

Abstrak

Tujuan Penelitian untuk mengetahui pengaruh frekuensi hujan terhadap permeabilitas dan waktu penggenangan dengan frekuensi ulangan hujan yang intensitasnya sama dan intensitas bervariasi pada jenis tanah common soil. Metode Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratorium, dengan menggunakan alat rainfall simulator. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis tanah common soil. Selanjutnya diberikan hujan buatan dengan intensitas I_5 , I_{15} , dan I_{25} , setiap intensitas digunakan frekuensi lima kali hujan dan dilakukan pembacaan waktu final penggenangan dan tinggi genangan pada bak percobaan Rainfall Simulator dan untuk pengujian permeabilitas dilakukan pengamatan dengan uji constant head. Hasil penelitian menunjukkan nilai koefisien permeabilitas berbanding terbalik dengan meningkatnya intensitas curah hujan dan frekuensi hujan.. Tinggi genangan dan Waktu final genangan berbanding lurus dengan meningkatnya intensitas curah hujan dan variasi frekuensi hujan.

Kata kunci : permeabilitas, tinggi genangan, waktu final genangan.

Abstract

The purpose of the study was to determine the effect of rain frequency on permeability and flooding time with rainfall frequencies with the same intensity and intensity varying on common soil soil type. Methods This research is a type of experimental laboratory research, using rainfall simulator tool. The soil used in this research is common soil soil type. Furthermore, artificial rain with intensity of I_5 , I_{15} , and I_{25} is applied, each intensity is used at five times of rain frequency and the final time of the bursting and puddle in Rainfall Simulator test tube and for permeability testing is done by observation with constant head test. The results showed that the value of permeability coefficient is inversely related to the increase of rainfall intensity and rain frequency. The inundation height and the final time of the puddle are directly proportional to the increased rainfall intensity and rain frequency variation.

Keywords: permeability, high inundation, final puddle time.

PENDAHULUAN

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari alam yang terdapat di atmosfer. Pukulan butir-butir hujan pada permukaan tanah yang terbuka menghancurkan dan mendispersikan agregat tanah yang mengakibatkan penyumbatan pori tanah di Permukaan.

Permeabilitas tanah sangat penting untuk kemajuan dalam studi ke tersediaan air dan efisiensi aplikasi air, dan dalam desain sistem drainase untuk reklamasi. Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya.

Intensitas Curah Hujan

Dalam penelitian ini digunakan rumus Mononobe untuk menghitung intensitas curah hujan.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- I = intensitas curah hujan (mm/jam)
- t = lamanya curah hujan (menit), atau untuk 4 dalam (jam)
- a,b,n,m: tetapan
- R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

Permeabilitas

Permeabilitas tanah adalah ke mampuan tanah untuk meneruskan air atau udara. Permeabilitas tanah biasanya diukur dengan istilah kecepatan air yang mengalir dalam waktu tertentu yang ditetapkan dalam satuan cm/jam (Hakim, dkk, 1986).

Permeabilitas dapat mempengaruhi kesuburan tanah. Permeabilitas berbeda dengan drainase yang lebih mengacu pada proses pengaliran air saja, permeabilitas dapat mencakup bagaimana air, bahan organik, bahan mineral, udara dan partikel – partikel lainnya yang terbawa bersama air yang akan diserap masuk kedalam tanah (Rohmat, 2009).

Waktu penggenangan

Waktu penggenangan (*ponding time*) t_p merupakan selisih waktu antara saat hujan turun dan waktu dimana air

mulai menggenang diatas permukaan tanah.

Pengukuran permeabilitas dan waktu penggenangan

Hukum Darcy menjelaskan tentang kemampuan air mengalir pada rongga-rongga (pori) dalam tanah dan sifat-sifat yang mempengaruhi-nya. Dalam penelitian ini untuk pengukuran nilai permeabilitas tanah menggunakan alat constand head dan untuk pengamatan waktu final penggenangan dan waktu genangan menggunakan alat simulasi hujan (*rainfall simulator*).



Gambar 1. Alat Simulasi hujan (Rainfall Simultor)

Berdasarkan Standart untuk intensitas curah hujan pada alat rainfall simulator hujan buatan yang ditentukan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat (*United States Department of Difense (DOD) MIL-STD-810F. Method 506.4 standard*), maka telah ditentukan standart intensitas curah hujan untuk

rainfall simulator pada beberapa kondisi hujan.

Dalam penelitian ini menggunakan standart tersebut, berikut ditampilkan standart intensitas curah hujan pada alat *Rainfall Simulator* yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Standar Intensitas Curah hujan pada *Rainfall Simulator*

Rain Condition	Rain Fall Rate	Flow Rates
Extreme	More than : 14 mm/min 840 mm/hour 33.1 inchi/hour	More than : 16,8 L/min
	8 mm/min - 14mm/min 480 mm/hour-840 mm/hour 18,9 inchi/hour -33,1 inchi/hour	9,6 L/min - 16,8 L/min
Medium	1,7 mm/min - 8 mm/min 102 mm/hour - 480 mm/hour 4,0 inchi/hour - 18,9 inchi/hour	2,04 L/min - 9,6 L/min
	1,07 mm/min - 1,7 mm/min 64,2 mm/hour- 102 m/hour 2,5 inchi/hour-4,0 inchi/hour	1,28 L/min - 2,04 L/min
Very Low	0mm/min - 1,07 mm/min 0 mm/hour - 64,2 mm/hour 0 inchi/hour - 2,5 inchi/hour	0 L/min - 1,28 L/min

Sumber : Obus (2016)

Formulasi Permeabilitas

Hukum Darcy menjelaskan tentang ke-mampuan air mengalir pada rongga-rongga (pori) dalam tanah dan sifat-sifat yang mempengaruhi-nya. Ada dua asumsi utama yang digunakan dalam penetapan hukum Darcy ini. Asumsi pertama menyatakan bahwa aliran fluida/cairan dalam tanah bersifat laminar. Sedangkan asumsi kedua menyatakan bahwa tanah berada dalam keadaan jenuh. (Gogot Setyo Budi, 2011)

$$v = k.i \dots\dots\dots 2$$

Keterangan :

v = kecepatan aliran (m/s atau cm/s)

k = koefisien permeabilitas

i = gradien hidrolis

Lalu telah diketahui bahwa:

$$v = \frac{Q}{At} \text{ dan 3}$$

$$i = \frac{\Delta h}{L} \text{4}$$

sehingga hukum Darcy bisa dinyatakan dengan persamaan :

$$Q = (K \cdot A \cdot t \cdot \Delta h) / L \text{ 5}$$

Atau

$$k = \frac{QL}{(\Delta h)At} \text{6}$$

Keterangan :

A = luas penampang melintang tanah (cm²)

Q = Debit aliran (cm³/jam)

t = waktu tempuh fluida sepanjang L (detik)

Δh = ketinggian dari permukaan air hingga dasar tabung (cm)

L = Ketinggian tabung dalam tanah (cm)

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidrologi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar

dan dilakukan pengambilan pada bulan Maret 2017 sampai bulan Oktober 2017.

Sumber Data

- a) Data primer, yakni data yang diperoleh dari hasil simulasi dan pengamatan langsung dari model fisik dan sampel di Laboratorium Hidrologi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.
- b) Data sekunder, yakni data yang diperoleh dari instansi terkait seperti data curah hujan untuk Wilayah Kota Makassar dari Dinas PU dan BMKG kota Makassar, serta data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada, baik penelitian laboratorium maupun penelitian langsung di lapangan yang terkait dengan penelitian ini.

Jenis Penelitian

Jenis Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium, dengan menggunakan alat *rainfall simulator* dimana kondisi penelitian ini didesain dan diatur oleh peneliti dengan

mengacu pada sumber-sumber rujukan/literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut.

Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Tahapan Persiapan
 - a) Pembersihan,
 - b) Pengecekan alat dan bahan yang akan diuji,
 - c) Persiapan perangkat dan instrument yang dibutuhkan, dan
 - d) Persiapan personil pengamatan serta persatuan persepsi dalam melakukan tindakan pengujian, pengamatan dan pencatatan data.
- 2) Tahapan penentuan jenis tanah
Penentuan jenis tanah dengan melakukan uji karakteristik tanah sesuai dengan tanah yang akan di amati yaitu, tanah umum (common soil).
- 3) Tahapan Setting media
Sebelum prosedur pengujian model simulasi hujan (*rainfall simulator*) dilaksanakan perlu dilakukan tahapan setting media pada tangki uji secara lapis per lapis dengan ketebalan

per lapis sesuai tinggi sample yang direncanakan, adapun tinggi sampel yang di rencanakan 30 cm dan setiap 10 cm di padatka lapis per lapis.

- 4) Prosedur permeabilitas
Prosedur Test ini dimaksudkan untuk menentukan permeabilitas tanah (*Common Soil*) sebagai berikut :
 - a) Memeriksa dan menyiapkan tabung test permeabilitas tanah *constant head* sebelum digunakan.
 - b) Ambil contoh tanah asli yang tidak terganggu dari bag pengujian *Rainfall simulator* dengan menggunakan pipa yang sesuai dengan tinggi tabung uji .
 - c) Memasang batu pori dan kertas filter pada bagian bawah tabung constant head.
 - d) Memasukkan contoh tanah *common soil* yang akan ditest
 - e) Apabila sampel tanah sudah di masukkan, kemudian meletakkan kertas filter dan batu pori diatas sampel tanah tersebut.
 - f) Setelah selesai memasang

kertas filter dan batu pori diatas sampel, kemudian tutuplah tabung dengan cara memutar baut yang ada pada penutup tabung uji.

- g) Memasukkan air kedalam tabung uji dengan menggunakan corong dan terjadilah aliran air dalam tanah dan memeriksa agar di dalam tabung tidak ada udara sama sekali, untuk mengeluarkan udara yang ada dalam tabung dapat di lakukan dengan membuka dan menutup kran air sampai benar-benar tidak ada udara dalam tabung.
- h) Apabila sudah dalam keadaan jenuh, maka mulailah dilakukan pengukuran. Air yang keluar dari dalam tabung uji di tampung dalam gelas ukur, mencatat waktu yang diperlukan untuk mengumpulkan air didalam gelas ukur.

5) Tahapan pengamatan waktu penggenangan.

Running test ke-1. Pengukuran tinggi genangan dan waktu final genangan, frekuensi pertama I_5 . Tiap selang

waktu 5 menit selama hujan berlangsung waktu penggenangan dan tinggi penggenangan yang terjadi dicatat dalam tabel pengamatan. Sampai tanah dikatakan jenuh, infiltrasi dan *run off* dinyatakan konstan, lalu hujan buatan dihentikan. Untuk tahapan running test ke-2 sampai dengan running test ke-5 sama dengan tahapan running test ke-1. Kemudian lakukan pembongkaran sampel pada bak percobaan, untuk dilakukan running test ke-1 untuk intensitas curah hujan I_{15} .

6) Pengolahan Data

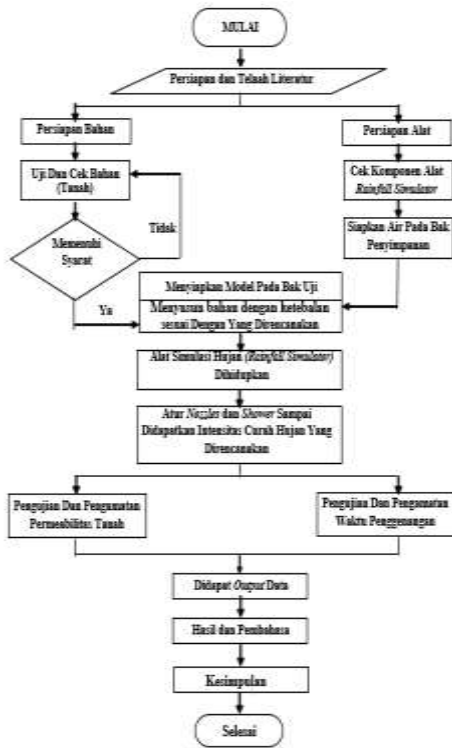
Data yang diolah menjadi bahan analisa adalah:

- a) Data permeabilitas tanah (K)
- b) Waktu durasi penggenangan (*ponding time*) (t) menit,
- c) Tinggi genangan (cm).

7) Variabel Penelitian

Pada penelitian ini telah ditentukan 2 (dua) variabel, yaitu variabel bebas dan variable. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu “Frekuensi Hujan dan Intensitas Curah Hujan”.

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu “Permeabilitas” dan “waktu penggenangan (*Ponding Time*)”.



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian / Flow Chart

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Intensitas Curah Hujan

Analisa intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe karena data curah hujan yang didapatkan adalah data curah hujan harian.

Rumus Mononobe dengan data curah hujan rencana periode ulang 5, 15 dan 25 tahun yang didapatkan dari perhitungan berturut-turut : 246,841 mm, 307,489 mm dan 344,900 mm. Contoh perhitungan untuk $t = 5$ menit dapat dilihat pada uraian berikut.

$$I_5 = \frac{135.842}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{2/3} = 246.841 \text{ mm/jam}$$

$$I_{15} = \frac{160,339}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{2/3} = 307,489 \text{ mm/jam}$$

$$I_{25} = \frac{189,906}{24} \left(\frac{24}{5/60} \right)^{2/3} = 344.900 \text{ mm/jam}$$

Untuk Perhitungan selanjutnya dijabarkan pada table 2 pada halaman berikutnya.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Metode Mononobe

No	Waktu (menit)	I_5 mm/jam	I_{10} mm/jam	I_{25} mm/jam
1	5	246,841	290,335	344,900
2	10	155,500	182,899	217,273
3	15	118,669	139,578	165,811
4	20	97,959	115,219	136,874
5	25	84,418	99,293	117,954
6	30	74,757	87,929	104,454
7	35	67,456	79,341	94,253
8	40	61,710	72,584	86,225
9	45	57,050	67,102	79,713
10	50	53,180	62,551	74,306
11	55	49,906	58,700	69,732
12	60	47,094	55,392	65,802

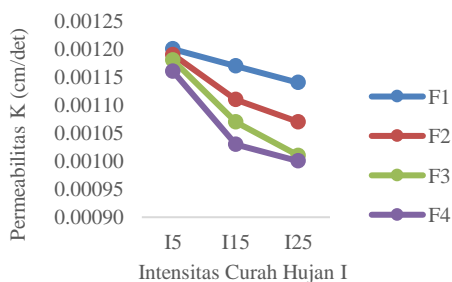
Hasil Penelitian

Perbandingan Pengaruh Intensitas Curah Hujan Dan Frekuensi Hujan Terhadap Permeabilitas

Penyajian data dan analisis permeabilitas dapat dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi intensitas curah hujan rencana kala ulang I₅, I₁₅ dan I₂₅, dan variasi frekuensi hujan kala ulangan. Uraian mengenai hasil perbandingan dari proses tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 3: Perbandingan Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Permeabilitas Tanah :

Frekuensi F	Permeabilitas K (cm/detik), Pada Intensitas Curah Hujan I		
	I ₅	I ₁₅	I ₂₅
	(cm/detik)	(cm/detik)	(cm/detik)
F ₁	0.0012	0.00117	0.00114
F ₂	0.00119	0.00111	0.00107
F ₃	0.00118	0.00107	0.00101
F ₄	0.00116	0.00103	0.0010



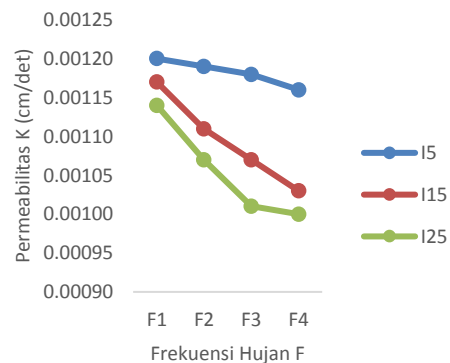
Gambar 3. Perbandingan pengaruh intensitas hujan terhadap permeabilitas.

Tabel 4. Perbandingan Pengaruh Frekuensi Hujan Terhadap Permeabilitas Tanah :

Intensitas I (mm/jam)	Permeabilitas K (cm/detik), Pada Frekuensi Hujan F
I ₅	0.0012
I ₁₅	0.0011
I ₂₅	0.0010

	F ₁ (cm/detik)	F ₂ (cm/detik)	F ₃ (cm/detik)	F ₄ (cm/detik)
I ₅	0.0012	0.00119	0.00118	0.00116
I ₁₅	0.00117	0.00111	0.00107	0.00103
I ₂₅	0.00114	0.00107	0.00101	0.0010

Gambar 4. Perbandingan pengaruh



frekuensi hujan terhadap permeabilitas tanah

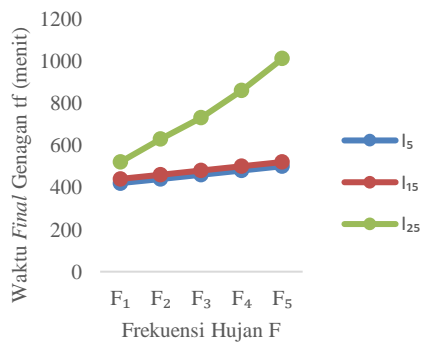
Perbandingan Variasi Frekuensi Hujan Dan Intensitas Curah Hujan Terhadap Waktu *Final* Genangan.

Penyajian data dan analisis waktu *final* genangan dapat dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi intensitas curah hujan rencana I₅, I₁₅ dan I₂₅ dan lima variasi frekuensi hujan. Uraian mengenai hasil perbandingan dari proses tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 5. Perbandingan Variasi Frekuensi Hujan Terhadap Waktu *Final* Genangan :

Intensitas I	Waktu <i>Final</i> Genangan t _f (menit), Pada Frekuensi Hujan F
I ₅	
I ₁₅	
I ₂₅	

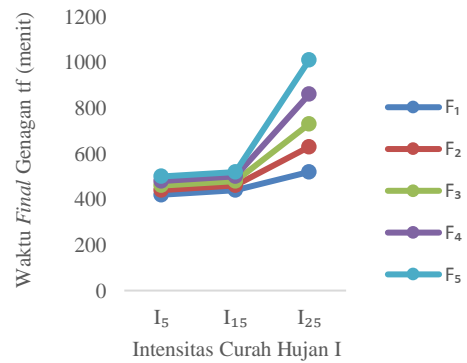
(mm/jam)	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)
I ₅	420	440	460	480	500
I ₁₅	440	460	480	500	520
I ₂₅	520	630	730	860	1010



Gambar 5. Perbandingan variasi frekuensi hujan terhadap waktu *final* genangan.

Tabel 6. Perbandingan Variasi Intensitas Curah Hujan Terhadap Waktu *Final* Genangan :

Frekuensi F	Waktu <i>Final</i> Genangan tf (menit), Pada Intensitas Curah Hujan I		
	I ₅	I ₁₅	I ₂₅
	(menit)	(menit)	(menit)
F ₁	420	440	520
F ₂	440	460	630
F ₃	460	480	730
F ₄	480	500	860
F ₅	500	520	1010



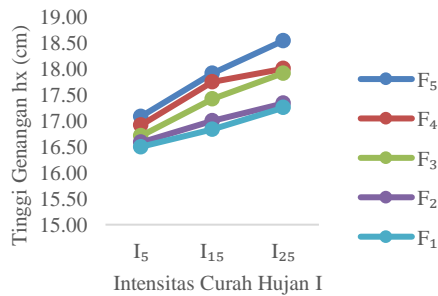
Gambar 6. Perbandingan variasi intensitas curah curah terhadap waktu *final* genangan

Perbandingan Variasi Intensitas Curah Hujan Dengan Variasi Frekuensi Hujan Terhadap Tinggi Genangan.

Penyajian data dan analisis tinggi genangan dapat dilakukan secara berturut-turut pada tiga variasi intensitas curah hujan rencana I₅, I₁₅ dan I₂₅ dan lima variasi frekuensi hujan. Uraian mengenai hasil perbandingan dari proses tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 7. Perbandingan Variasi Intensitas Curah Hujan Terhadap Tinggi Genangan :

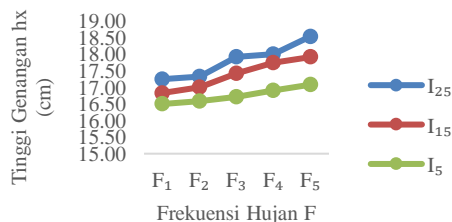
Frekuensi F	Tinggi Genangan hx (cm), Pada Intensitas Curah Hujan I		
	I ₅	I ₁₅	I ₂₅
	(cm)	(cm)	(cm)
F ₁	16.5	16.83	17.25
F ₂	16.58	17	17.33
F ₃	16.71	17.42	17.92
F ₄	16.92	17.75	18
F ₅	17.08	17.92	18.54



Gambar 7. Perbandingan variasi intensitas hujan dengan tinggi genangan.

Tabel 8. Perbandingan Variasi Frekuensi Hujan Dengan Tinggi Genangan :

Intensitas I (mm/jam)	Tinggi Genangan hx (cm), Pada Frekuensi Hujan F				
	F ₁ (cm)	F ₂ (cm)	F ₃ (cm)	F ₄ (cm)	F ₅ (cm)
I ₅	16.5	16.58	16.7 1	16.9 2	17.08
I ₁₅	16.83	17	17.4 2	17.7 5	17.92
I ₂₅	17.25	17.33	17.9 2	18	18.54



Gambar 8 : Perbandingan variasi frekuensi hujan Dengan tinggi genangan.

PENUTUP

Kesimpulan

Nilai koefisien permeabilitas pada tanah *common soil* berbanding terbalik dengan meningkatnya intensitas curah hujan dan frekuensi hujan, Semakin

tinggi variasi intensitas curah hujan dan variasi frekuensi hujan, maka semakin kecil permeabilitas tanah. Tinggi genangan dan Waktu *final* genangan pada tanah *common soil* berbanding lurus dengan meningkatnya intensitas curah hujan dan variasi frekuensi hujan.

Saran

Dalam penelitian ini digunakan intensitas curah hujan wilayah Makassar, dengan periode intensitas curah hujan berulang I₅, I₁₅, dan I₂₅, menggunakan lima kali frekuensi hujan, dan menggunakan jenis tanah *common soil*, disarankan pada penelitian berikutnya menggunakan intensitas curah hujan wilayah yang berbeda, periode intensitas curah hujan berulang yang berbeda, frekuensi hujan yang berbeda dan jenis tanah yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

Achmad Sobirin. (2007), Budaya Organisasi (Pengertian, makna dan aplikasinya dalam kehidupan organisasi), Yogyakarta: UPP,STIM YKPN.

AI Wayan Diana, 2004, Studi Rongga Menerus Dan Kinerja Permeabilitas Perkerasan Aspal Porus Lapis Gand,

Jurnal Teknik Hidro
Volume 12 Nomor 1, Februari 2019

- Jurnal Transportasi Vol. 4
No. 2 Desember 2004: 85-98.
- Andriana Hesti Kusuma, Munifatul Izzati dan Endang Saptiningsih, 2013, Pengaruh Penambahan Arang dan Abu Sekam dengan Proporsi yang Berbeda terhadap Permeabilitas dan Porositas Tanah Liat serta Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L), *Volume XXI, Nomor 1, Maret 2013*.
- Anugrah Aqsra Bandi, Sumono, Achwil Putra Munir/Program Studi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian USU/4 Februari 2014.
- A. Rakhim, 2017. The Role Of Tree Root For Increasing Infiltration Capacity. Di Susun Oleh : International Journal Of Civil Engineering And Technology (IJCIET), Volume 8, Issue 8, August 2017
- Arifin, Zainal. (2010). Penelitian Pendidikan Metode dan Paradigma Baru. Bandung
- Arsyad, S., 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.
- Ayu Marlina Humairah, 2014, Analisis Hidrolika Bangunan Krib Permeabel Pada Saluran Tanah (Uji Model Laboratorium). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2. No.3, September 2014*
- Aziz Alimul, Hidayat. 2007. *Metode Penelitian dan Teknik Analisa Data*. Jakarta: Salemba Madika.
- Bachtiar, E. H., 2011. *Ilmu Tanah*. USU Press, Medan
- Bambang Triadmodjo .1998
Penyusunan Skala Prioritas Pengendalian Banjir Sungai Sungai Dijawa Tengah Selatan. Forum Teknik Jilid 22, No 3. November 1998
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset
- Bambang Triadmodjo. (2010), *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta
- Bambang Triatmodjo, 2013, *Hidrologi Terapan*, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta
- Burhan Barid, Wahyunika Sari, 2013, Pengaruh Hujan terhadap Perubahan Elevasi Muka Air Tanah pada Model Unit Resapan dengan Media Tanah Pasir. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol. 16, No. 1, 57-64, Mei 2013*.
- Darwis Panguriseng, 2012, Analisis Dan Pemodelan Formasi Pipa Untuk Konservasi Air Tanah Pada Lahan Pertanian Irigasi Air Tanah Di Kabupaten Takalar., *Jurnal Teknik Sipil Vol 13 No.3*.