

SKRIPSI

PENGARUH INSTALASI *DRAIN HOLE* TERHADAP PENURUNAN GENANGAN AIR PADA TUTUPAN LAHAN YANG BERBEDA (UJI LABORATORIUM)



Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan guna Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Makassar

Oleh :

MUHAMMAD IQBAL, S
10581228914

ERWIN SAPUTRA
10581229914

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2019**

**PENGARUH INSTALASI *DRAIN HOLE* TERHADAP PENURUNAN
GENANGAN PADA TUTUPAN LAHAN YANG BERBEDA (UJI
LABORATORIUM)**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar



Disusun dan diajukan oleh :

MUHAMMAD IQBAL. S
10581228914

ERWIN SAPUTRA
10581229914

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2019**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. <i>Drain Hole</i>	6
1. Jenis-Jenis <i>Drain Hole</i>	6
2. Tujuan <i>Drain Hole</i>	8
3. Manfaat <i>Drain Hole</i>	9
B. Tanah.....	9

1. Sistem Klasifikasi Tanah.....	10
C. Limpasan Permukaan.....	15
1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Limpasan Permukaan	18
2. Proses Terjadinya Aliran Permukaan.....	21
D. Infiltrasi.....	23
1. Faktor Yang Mempengaruhi Infiltrasi	25

BAB III METODE PENELITIAN

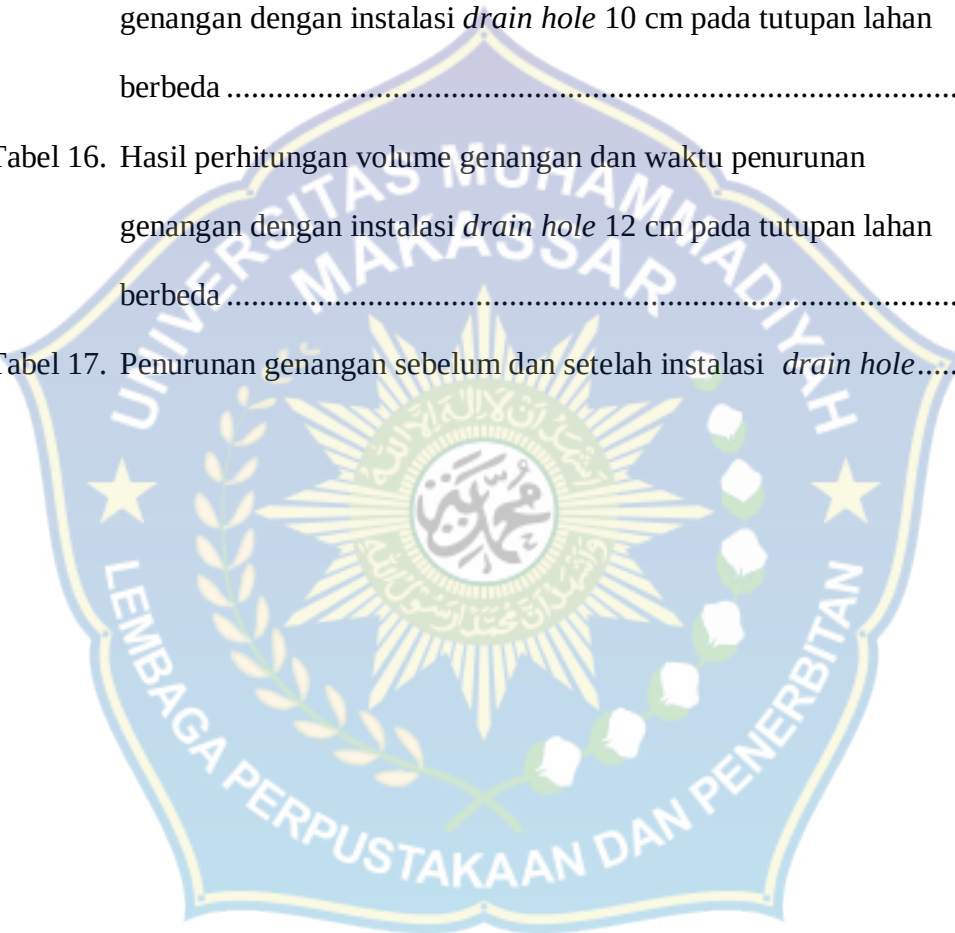
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	30
1. Lokasi Penelitian	30
2. Waktu Penelitian.....	30
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	30
1. Jenis Penelitian	30
2. Sumber data.....	30
C. Bahan dan Alat.....	30
1. Bahan	30
2. Alat.....	31
3. Model Box Genangan	32
4. <i>Drain Hole</i>	32
D. Variabel Yang Diteliti.....	33
E. Prosedur Penelitian.....	33
1. Tahapan Persiapan	33
2. Tahapan running test.....	34

F. Data Pengamatan	35
G. Analisa Data	35
H. Kerangka Konsep Penelitian	36
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Pengamatan	37
1. Uji Karakteristik Tanah	37
2. Penentuan Kepadatan Tanah	39
3. Hasil Pengamatan Genangan	39
4. Penurunan genangan sebelum dan setelah instalasi <i>drain hole</i>	57
B. Pembahasan	58
1. Penurunan genangan dengan 3 variasi tinggi <i>drain hole</i> pada tutupan lahan yang berbeda	58
2. Waktu dan volume yang menyerap ke dalam tanah	59
 BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	60
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63
DOKUMENTASI	68

DAFTAR TABEL

Nomor	Tabel	Halaman
Tabel 1.	Nilai indeks plastisitas dan macam tanah.....	14
Tabel 2.	Berat jenis dari beberapa jenis tanah	15
Tabel 3.	Besaran koefisien pengaliran	22
Tabel 4.	Klasifikasi laju infiltrasi tanah Kohnke (1968)	25
Tabel 5.	Tabel data pengamatan.....	33
Tabel 6.	Hasil pemeriksaan karakteristik tanah	38
Tabel 7.	Hasil perhitungan penurunan genangan dan waktu penurunan genangan kedalam tanah dengan tutupan lahan yang berbeda	39
Tabel 8.	Hasil perhitungan penurunan genangan dan waktu penurunan genangan kedalam tanah dengan tutupan lahan rumput dengan instalasi <i>drain hole</i>	41
Tabel 9.	Hasil perhitungan penurunan genangan dan waktu penurunan genangan kedalam tanah dengan tutupan lahan beton dengan instalasi <i>drain hole</i>	42
Tabel 10.	Hasil perhitungan penurunan genangan dan waktu penurunan genangan kedalam tanah dengan tutupan lahan <i>paving block</i> dengan instalasi <i>drain hole</i>	44
Tabel 11.	Hasil perhitungan pengaruh variasi tinggi <i>drain hole</i> dan volume air yang meresap pada tutupan lahan rumput	46
Tabel 12.	Hasil perhitungan pengaruh variasi tinggi <i>drain hole</i> dan volume air yang meresap pada tutupan lahan beton.....	48
Tabel 13.	Hasil perhitungan pengaruh variasi tinggi <i>drain hole</i> dan volume	

air yang meresap pada tutupan lahan <i>paving block</i>	50
Tabel 14. Hasil perhitungan volume genangan dan waktu penurunan genangan dengan instalasi <i>drain hole</i> 5 cm pada tutupan lahan berbeda	52
Tabel 15. Hasil perhitungan volume genangan dan waktu penurunan genangan dengan instalasi <i>drain hole</i> 10 cm pada tutupan lahan berbeda	54
Tabel 16. Hasil perhitungan volume genangan dan waktu penurunan genangan dengan instalasi <i>drain hole</i> 12 cm pada tutupan lahan berbeda	56
Tabel 17. Penurunan genangan sebelum dan setelah instalasi <i>drain hole</i>	58



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Gambar	Halaman
Gambar 1.	Penempatan horisontal <i>drain hole</i> di lereng tambang	8
Gambar 2.	Limpasan permukaan.....	16
Gambar 3.	Komponen limpasan.....	17
Gambar 4.	Proses terjadinya infiltrasi	24
Gambar 5.	Kurva kapasitas infiltrasi	24
Gambar 6.	Genangan pada permukaan tanah.....	26
Gambar 7.	Diagram Infiltrasi Air Tanah	27
Gambar 8.	Model box genangan	32
Gambar 9.	<i>Drain Hole</i>	32
Gambar 10.	Grafik perbandingan penurunan genangan awal untuk berbagai jenis tutupan lahan.....	40
Gambar 11.	Grafik hubungan antara penurunan genangan dan instalasi <i>drain hole</i> dengan 3 variasi tinggi pada tutupan lahan rumput	41
Gambar 12.	Grafik hubungan antara Penurunan genangan dan instalasi <i>drain hole</i> dengan 3 variasi tinggi pada tutupan lahan beton.....	43
Gambar 13.	Grafik hubungan antara penurunan genangan dan instalasi <i>drain hole</i> dengan 3 variasi tinggi pada tutupan lahan <i>paving block</i>	44
Gambar 14.	Grafik hubungan antara waktu dan volume resapan pada setiap variasi tinggi <i>drain hole</i> pada tutupan lahan rumput.	47
Gambar 15.	Grafik hubungan antara waktu dan volume resapan pada setiap variasi tinggi <i>drain hole</i> pada tutupan lahan beton	49

Gambar 16. Grafik hubungan antara waktu dan volume resapan pada setiap variasi tinggi *drain hole* padautupan lahan *paving block* 51

Gambar 17. Grafik perbedaan waktu penurunan genangan padautupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* 5 cm..... 53

Gambar 18. Grafik perbedaan waktu penurunan genangan padautupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* 10 cm..... 55

Gambar 19. Grafik perbedaan waktu penurunan genangan padautupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* 12 cm..... 57

Gambar 20. Persiapan alat 69

Gambar 21. Pengisian tanah ke dalam alat 69

Gambar 22. Pemadatan tanah..... 70

Gambar 23. Pemasangan mediautupan..... 71

Gambar 21. Pengisian air ke dalam alat 71

DAFTAR NOTASI SINGKATAN

V	= Volume
Q	= Debit
t	= Waktu
D	= Diameter
h	= Tinggi air pada alat uji
L	= Luas alat



PENGARUH INSTALASI *DRAIN HOLE* TERHADAP PENURUNAN GENANGAN AIR PADA TUTUPAN LAHAN YANG BERBEDA (UJI LABORATORIUM)

Muhammad Iqbal¹, Erwin Saputra²

Mahasiswa Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Makassar
Email : Mhmmadiqbal1996@gmail.com

Abstrak

Drain hole berfungsi untuk mengurangi genangan air pada permukaan lahan dan meresapkannya ke dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh instalasi *drain hole* terhadap penurunan genangan air padautupan lahan yang berbeda. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental model fisik laboratorium (*Eksperimental Research model*), dimana kondisi penelitian didesain dan di atur oleh peneliti dengan mengacu pada sumber-sumber yang berkaitan dengan penelitian tersebut. Penelitian menggunakan tanah dan sampel *paving block*, beton dan rumput serta model desain genangan yang berukuran 50 cm x 50 cm x 35 cm. Dari hasil pengamatan dengan menggunakan model box genangan dengan 3 variasi tinggi *drain hole* padautupan lahan rumput, *paving block*, dan beton mengalami peningkatan volume air yang menyerap pada setiap penambahan tinggi *drain hole*, dimana divariasikan tinggi *drain hole* yaitu 5 cm, 10 cm dan 12 cm.

Kata Kunci : *Drain Hole, genangan air, penyerapan*

Abstract

Drain holes function to reduce the pool of water on the surface of the land and absorb it into the soil. This study aims to determine the effect of *drain hole* installation on decreasing waterlogging on different land cover. The research method used is an experimental physical laboratory model (*Experimental Research model*), where the conditions of the study are designed and regulated by the researcher with reference to sources related to the research. The study uses soil and samples of *paving blocks*, concrete and grass and inundation design models measuring 50 cm x 50 cm x 35 cm. From the results of observations using a pool box model with 3 variations of the *drain hole* height on grass land cover, *paving blocks*, and concrete increasing the volume of water absorbing in each addition of the *drain hole* height, where the *drain hole* height is 5 cm, 10 cm and 12 cm.

Keywords: *Drain Hole, standing water, absorption*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan ini dengan baik.

Tugan akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan program studi pada jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammdiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah: **“PENGARUH INSTALASI DRAIN HOLE TERHADAP PENURUNAN GENANGAN AIR PADA TUTUPAN LAHAN YANG BERBEDA (UJI LABORATORIUM)”**

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian ini tidak lepas daripada bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terima kasih kepada: Dosen pembimbing ibu **Dr.Ir.Hj. Fenty Daud S, MT.** sebagai pembimbing 1 serta ibu **Dr.Ir.Hj. Nurnawaty, ST.,MT.** sebagai pembimbing 2 sekaligus kepala laboratorium Teknik Universitas Muhamadiyah Makassar yang meluangkan waktu dan tenaganya untuk dapat memberikan bimbingan dan motivasi dari penyusunan proposal sampai dengan penyelesain skripsi ini.

Ucapan terima kasih pula kami ucapkan sebanyak-banyaknya serta penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. **Kedua orangtua** yang telah mencurahkan segenap cinta dan kasih sayang serta perhatian moril maupun materil, semoga Allah SWT selalu

melimpahkan Rahmat, Kesehatan, Karunia dan keberkahan di dunia dan di akhirat atas budi baik yang telah diberikan kepada penulis.

2. Bapak **Hamzah Al Imran, ST., MT.** Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Muhammadiyah.
3. Bapak **Andi Makbul Syamsuri, ST., MT.** selaku Ketua Program Studi Sipil Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.

Tak lupa kami ucapkan terimakasih kepada rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus saudaraku angkatan 2014 serta sahabat-sahabat yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Pada akhir penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis meminta saran dan kritik sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam menulis laporan selanjutnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya.

Wassalamu alaikum Wr. Wb

Makassar,.....2019

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kondisi geografis Indonesia yang dilewati garis khatulistiwa mengakibatkan adanya 2 musim, yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Tingginya curah hujan yang ada di Indonesia seringkali menimbulkan genangan air pada permukaan jalan dan permukiman warga (Tedy Agung Cahyadi dkk., November 2016).

Secara alamiah sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah dan selebihnya akan mengalir menjadi limpasan permukaan. Kondisi daerah di tempat hujan itu turun akan sangat berpengaruh terhadap bagian dari air hujan yang akan meresap ke dalam tanah dan akan membentuk limpasan permukaan.

Hujan yang sampai ke permukaan tanah akan ditransformasikan sebagiannya menjadi limpasan setelah tanah menjadi jenuh dan laju perkolasi lebih rendah dari intensitas hujan. Kejadian aliran air sangat ditentukan oleh transformasi hujan dari langit kemudian sebagian mengalami abstraksi dan ditersepsi oleh tanaman penutup. Hujan yang sampai di tanah mengalami infiltrasi dan menjadi jenuh. Setelah itu terjadilah aliran permukaan. Proses transformasi ini sering disebut model transformasi hujan aliran atau dalam bentuk transformasi hidrograf hujan menjadi hidrograf aliran.

Karakteristik daerah yang berpengaruh terhadap bagian air hujan antara lain adalah topografi, jenis tanah, dan penggunaan lahan atau penutup lahan. Hal ini

berarti bahwa karakteristik lingkungan fisik mempunyai pengaruh terhadap respon hidrologi. Kondisi alam Indonesia yang mempunyai periode musim hujan selama lebih kurang enam bulan menyebabkan curah hujan yang cukup tinggi. Pembangunan yang dilakukan juga akan berpengaruh terhadap penggunaan lahan. Sehingga diperlukan suatu arahan terhadap penggunaan lahan pada suatu kawasan agar tetap berpedoman pada keseimbangan lingkungan.

Perluasan kawasan perkotaan dan berkurangnya kawasan hutan yang cepat sedang banyak terjadi di beberapa tempat di Indonesia. Peralihan fungsi suatu kawasan yang mampu menyerap air (*pervious*) menjadi kawasan yang kedap air (*impervious*) akan mengakibatkan ketidakseimbangan hidrologi dan berpengaruh negatif pada kondisi daerah aliran sungai. Perubahan penutup vegetasi suatu kawasan ini akan memberikan pengaruh terhadap waktu serta volume aliran. Peningkatan volume limpasan aliran ini mengakibatkan masalah banjir di hilir daerah aliran sungai. Pemahaman mengenai proses dan besarnya limpasan yang terjadi serta faktor-faktor yang mempengaruhinya sangat diperlukan sebagai acuan untuk pelaksanaan manajemen air dan tata guna lahan yang lebih efektif. Oleh karena itu dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air, limpasan merupakan masalah yang seharusnya diatasi terlebih dahulu sebelum upaya berikutnya dilakukan, terlebih lagi perubahan tata guna lahan yang terjadi sekarang ini tentunya sangat mempengaruhi besarnya laju infiltrasi dan limpasan permukaan yang terjadi (Sosrodarsono dan Takeda, 1978:135).

Berdasarkan latar belakang tersebut untuk mengurangi laju limpasan yang mengakibatkan genangan di permukaan akibat hujan, maka dari itu kami

mengangkat judul ini “**PENGARUH INSTALASI *DRAIN HOLE* TERHADAP PENURUNAN GENANGAN AIR PADA TUTUPAN LAHAN YANG BERBEDA (UJI LABORATORIUM)**”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka rumusan masalah penelitian ini adalah.:

1. Bagaimana pengaruh instalasi *drain hole* terhadap penurunan genangan air padautupan lahan yang berbeda?
2. Bagaimana pengaruh variasi tinggi *drain hole* terhadap waktu penyerapan air padautupan lahan yang berbeda?

C. Tujuan Dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui cara mengurangi genangan air di permukaan padautupan lahan yang berbeda.
2. Untuk mengetahui pengaruh tinggi *drain hole* terhadap waktu penyerapan.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti untuk menambah pengetahuan mengenai kemampuan *drain hole* untuk meloloskan air.
2. Mengetahui perbedaan meloloskan air denganutupan yang berbeda.

D. Batasan Masalah

Dalam memberikan penjelasan dan permasalahan guna memudahkan dalam menganalisa maka terdapat batasan masalah yang diberikan pada penulisan

tugas akhir mengenai pengaruh instalasi *drain hole* untuk mengurangi genangan air pada media permukaan tanah yang berbeda.

1. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Kampus Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Jenis alat yang digunakan adalah model box genangan ukuran 50 cm x 50 cm x 35 cm dengan *drain hole* dimodelkan bambu
3. Media tutupan lahan yang digunakan adalah beton, *paving blok* dan, rumput.

F. Sistematika Penulisan

Susunan dari sistematika dalam proposal ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- Bab I,** Merupakan Pendahuluan, yang berisikan penjelasan umum tentang materi pembahasan yakni Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah dan Sistematika Penulisan.
- Bab II,** adalah Tinjauan Pustaka, yang berisikan kajian literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah yang dikaji dalam penelitian ini.
- Bab III,** yaitu Metodologi Penelitian, yang menguraikan secara lengkap mengetahui metodologi yang digunakan dalam penelitian.
- Bab IV,** yaitu hasil penelitian dan pembahasan mengenai rumusan masalah diuraikan berdasarkan teori-teori yang ada di dalam Bab II.
- Bab V,** yaitu penutup kesimpulan dan saran, Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Drain Hole

Drain hole atau **lubang penguras** adalah sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk saluran agar dapat meresapkan air ke dalam tanah. *Drain hole* merupakan lubang untuk memasukan air kedalam tanah. *Drain hole* juga merupakan metode penirisan dengan membuat pemboran secara horisontal maupun vertikal dengan memanfaatkan gaya gravitasi dalam mengalirkan airnya. Instalasi *drain hole* memiliki fungsi untuk menurunkan muka air (*drawdown*) agar menjaga kestabilan genangan pada permukaan tanah. Penempatan titik *drain hole* pada lokasi yang tepat yaitu permeabilitas yang besar mempercepat penurunan muka air (Tedy Agung Cahyadi dkk., November 2016).

1. Jenis-jenis *drain hole*.

Berdasarkan fungsinya maka *drain hole* dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

a. *Selo Drain Hole* (Imbuhan)

Selo drain hole merupakan lubang yang di buat pada permukaan tanah untuk menurunkan muka air genangan ke dalam tanah, lubang ini digali dengan kedalaman di atas muka air tanah (Kusnaedi, 1995).

Daerah perkotaan merupakan daerah yang berpenduduk padat, lahan yang tertutupi bangunan lebih banyak dibandingkan lahan terbuka. Di samping itu, kebutuhan air tanah untuk keperluan rumah tangga cukup tinggi. Tak heran sejalan dengan berkembangnya pemukiman penduduk peresapan air hujan semakin lama semakin sedikit. Sementara air yang ditarik keatas permukaan

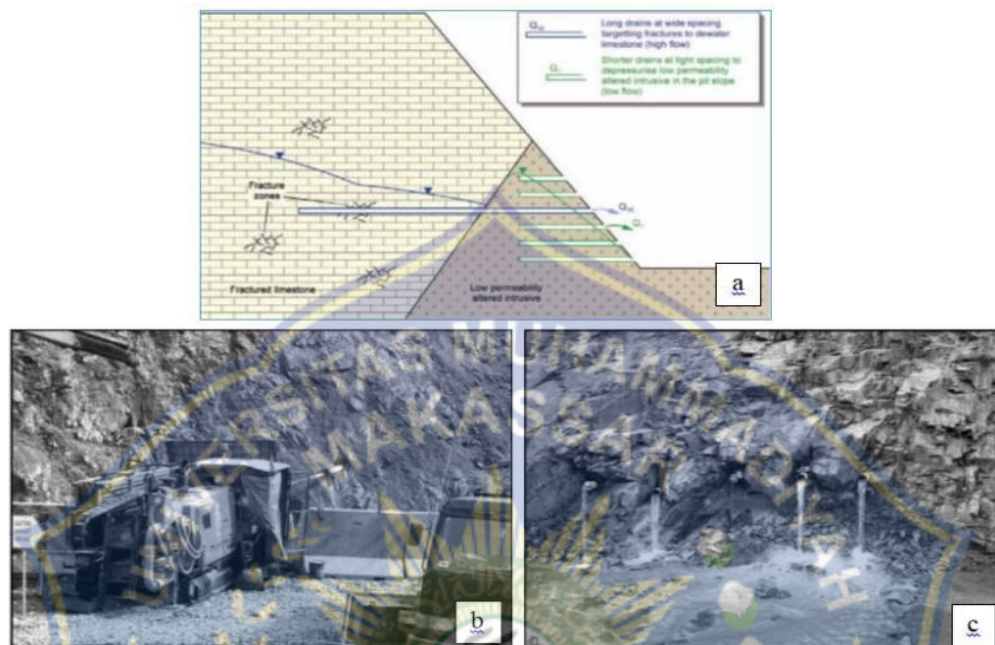
melalui sumur-sumur atau pompa semakin banyak. Wajarlah kalau dikota-kota terjadi penurunan muka air tanah sehingga air sulit di dapat salah satu alternatif untuk memperbaiki keadaan air tanah sekaligus mengurangi genangan yang ada pada permukaan yaitu dengan cara menerapkan *drain hole* (Kusnaedi, 1995).

b. Depth Drain Hole (akuifer terbuka ke tertekan)

Sebuah lubang pengaliran dalam 200 – 300 m yang bertujuan untuk menurunkan muka air tanah (*drawdown*) pada media terkekarkan agar kestabilan lereng dapat terjaga. Penempatan titik *drain hole* pada lokasi yang tepat yaitu permeabilitas batuan yang besar mempercepat penurunan muka air tanah dibandingkan dengan penempatan pada permeabilitas yang kecil. Simulasi penempatan *drain hole* dengan jumlah panjang terbatas pada titik yang tepat dapat meningkatkan penurunan muka air tanah secara signifikan dibandingkan dengan instalasi *drain hole* secara seragam. Implementasi ini dapat dimanfaatkan untuk rencana penentuan *drain hole* pada areal pertambangan agar kestabilan lereng terjaga (Leech dkk., 2007).

Kegiatan penirisan tambang merupakan salah satu aspek pendukung dalam kegiatan penambangan. Kegiatan tersebut menjadi prioritas apabila kondisi kegiatan penambangan memiliki permasalahan dalam pengelolaan air baik itu air permukaan (*run off*) maupun air tanah. Munculnya air di lokasi penambangan dapat mengakibatkan permasalahan seperti produksi penambangan terganggu akibat manufer peralatan yang tidak optimal, longsornya lereng penambangan akibat

meningkatnya tinggi muka air tanah sehingga yang berpengaruh terhadap beban gaya penggerak pada lereng (Leech dkk., 2007).



Gambar 1. Penempatan *Drain hole* di Lereng Tambang (Read dan Stacy, 2009 serta Leech dkk, 2007).

2. Tujuan Penggunaan *Drain Hole*

Menurut Widodo (2013) Tujuan utama dari *drain hole* ini adalah untuk mengurangi genangan air pada permukaan lahan dan meresapkannya ke dalam tanah. Beberapa tujuan dari penggunaan *drain hole*, antara lain:

1. Menurut Kusnaedi (1996) Pengendali banjir, banyak aliran permukaan yang dapat dikurangi melalui instalasi *drain hole*.
2. Menurut Kusnaedi (1996) Konservasi air tanah, sangat penting mengingat adanya perubahan tata guna tanah di permukaan bumi sebagai konsekuensi dari perkembangan penduduk dan perekonomian masyarakat. Perubahan tata guna tanah tersebut akan menurunkan kemampuan tanah untuk meresapkan air. Hal ini mengingat semakin banyak tanah yang tertutupi oleh tembok,

beton, aspal, dan bangunan lainnya yang tentunya berdampak meningkatnya laju aliran permukaan. Penutupan permukaan tanah oleh permukiman dan fasilitas umum besar dampaknya, berarti setiap kali turun hujan 30 mm akan ada 225.000 m³ air hujan yang tidak dapat meresap ke dalam tanah. Jumlah ini akan berkumpul dengan aliran permukaan dari kawasan lain pada lahan yang rendah sehingga dapat mengakibatkan banjir.

3. Manfaat *Drain Hole*.

Manfaat yang dapat diperoleh dari instalasi *drain hole* diantaranya adalah:

1. Mengurangi aliran permukaan dan mencegah terjadinya genangan air sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya banjir dan erosi.
2. Dapat menambah potensi air tanah karena disamping menampung dan mengalirkan, dapat pula meresapkan sebagian air hujan ke dalam tanah, sehingga dapat membantu menjaga keseimbangan tata air dan menyelamatkan sumber daya air untuk jangka panjang.
3. Dapat membantu mengurangi genangan banjir dan meluasnya penyusupan air laut ke arah daratan.

B. Tanah

1. Pengertian Tanah

Terzaghi dan Peck, 1987, dalam Darwis P, 2018, mengemukakan bahwa Tanah adalah kumpulan (agregat) butiran mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat termaksud diaduk dalam air.

Menurut (Hardiyatmo, 1992) Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*).

Klasifikasi tanah juga berfungsi untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (Bowles, 1991).

Tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan, tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 1995).

2. Sistem klasifikasi tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama kedalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1995). Adapun sistem klasifikasi tanah yang telah umum digunakan adalah:

a. Sistem klasifikasi kesatuan tanah (*Unified Soil Classification System*)

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik pondasi seperti untuk pembendungan, bangunan gedung dan konstruksi yang sejenis. Sistem ini biasa digunakan untuk perencanaan lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan. Sistem klasifikasi berdasarkan hasil-hasil percobaan laboratorium yang paling banyak dipakai secara meluas adalah sistem

klasifikasi kesatuan tanah. percobaan laboratorium yang dipakai adalah analisa ukuran butir dan batas-batas konsistensi. Sistem klasifikasi USCS diusulkan oleh Prof. Arthur Cassagrande, sistem ini didasarkan pada sifat tekstur tanah:

1. Tanah berbutir kasar

Tanah berbutir kasar adalah tanah yang mempunyai persentase lolos saringan No. 200 $< 50\%$ sedangkan tanah berbutir halus adalah tanah dengan persentase lolos saringan No. 200 $> 50\%$. Tanah ini dibagi dengan simbol-simbol tertentu sebanyak 15 buah, yaitu:

a. Simbol komponen:

- Kerikil : G (*Gravel*)
- Pasir : S (*Sand*)
- Lanau : M (*Mo*)
- Lempung : C (*Clay*)
- Organic : O (*Organic*)
- Humus : Pt (*Peat*)

b. Simbol Gradasi:

- Bergradasi baik : W (*Well graded*)
- Bergradasi buruk: P (*Poorly graded*)

c. Simbol Batas cair

- Tinggi : H (*High*)
- Rendah : L (*Low*)

3. Batas-batas Atterberg

Batas-batas konsistensi tanah Atterberg (1911) menggambarkan keadaan konsistensi tanah, batas-batas konsistensi tanah ini didasarkan pada kadar air, yaitu batas cair, batas plastis, dan batas susut. Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat didefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage limit*). Kadar air di mana transisi dari keadaan semi padat ke keadaan plastis dinamakan batas plastis (*plastic limit*), dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limit*). Batas-batas ini dikenal sebagai batas-batas Atterberg.

1. Batas Cair (*liquid limit - LL*)

Kadar air dinyatakan dalam persen, dari tanah yang dibutuhkan untuk menutup goresan yang berjarak 12,7 mm sepanjang dasar contoh di dalam mangkok. Sesudah 25 ketukan didefinisikan sebagai batas cair (*liquid limit*), untuk mengatur kadar air dari tanah sangat sulit maka biasanya percobaan dilakukan beberapa kali dengan kadar air yang berbeda-beda dengan jumlah pukulan berkisar antara 15 sampai 35. Dari data tersebut dibuatkan grafik semilog, kemudian dicari beberapa nilai kadar air pada ketukan ke-25

2. Batas Plastis (*plastic limit - PL*)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air, dinyatakan dalam persen di mana tanah apabila digulung sampai dengan diameter 3,2 mm menjadi retak-retak batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah.

3. Batas Susut (*shrinkage limit - SL*)

Suatu tanah akan menyusut apabila air yang dikandungnya secara perlahan-lahan hilang. Dengan hilangnya air secara terus menerus, tanah akan mencapai suatu tingkat keseimbangan di mana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume kadar air, dinyatakan dalam persen di mana perubahan volume suatu massa tanah berhenti didefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage limit*). Uji batas susut dilakukan di laboratorium dengan menggunakan suatu mangkok porselin yang mempunyai diameter kira-kira 44,4 mm dan tinggi kira-kira 12,7 mm. Volume dari contoh tanah yang telah dikeringkan ditentukan dengan cara menggunakan air raksa.

4. Indeks Plastisitas (*plasticity index - PI*)

Index plastisitas adalah perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah atau $PI = LL - PL$ indeks plastisitas digunakan sebagai identifikasi sifat plastis tanah. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah banyak mengandung butiran lempung. Jika PI rendah maka mengandung banyak lanau, ciri dan sifat dari tanah lanau sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering.

Oleh Atterberg batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah dan kohesi diberikan terdapat dalam tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non pastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastis rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7-17	Platis sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

(sumber : Hardiyatmo, 1992)

4. Kadar air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air dengan berat butiran padat dari volume yang diselidiki.

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

Dimana : W = Kadar air

W_w = Berat air

W_s = Berat butiran

5. Berat Jenis

Hardiyatmo 1992, dalam Darwis P, 2018, mengemukakan bahwa Berat jenis (specific gravity) tanah (G_s) didefinisikan sebagai perbandingan berat volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada temperatur 40°C.

G_s tidak berdimensi, berat jenis dari berbagai jenis tanah berkisar antara 2,65 sampai 2,75. Nilai berat jenis sebesar 2,67 biasanya digunakan untuk tanah-tanah tak berkohesi. Sedangkan untuk tanah kohesif. Tak organik berkisar diantara 2,68

sampai 2,72. Nilai-nilai berat jenis dari berbagai jenis tanah diberikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Berat jenis dari beberapa jenis tanah

Macam tanah	Berat jenis G_s
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau tak organik	2,62 – 2,68
Lempung organik	2,58 – 2,65
Lempung tak organik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

(sumber : Hardiyatmo, 1992)

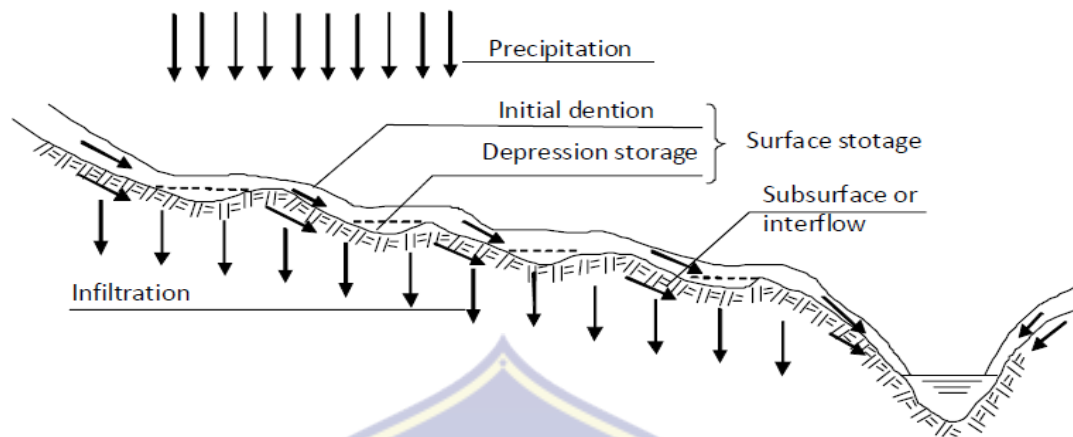
C. Limpasan Permukaan

Menurut (Asdak, 2010) Limpasan permukaan atau aliran permukaan merupakan dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah yang mengangkut zat-zat dan partikel 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*). Air limpasan dibedakan menjadi dua yaitu *sheet*

dan *rill surface runoff* akan tetapi apabila aliran air tersebut telah masuk ke dalam sistem saluran air atau kali, maka disebut sebut *stream flow runoff*

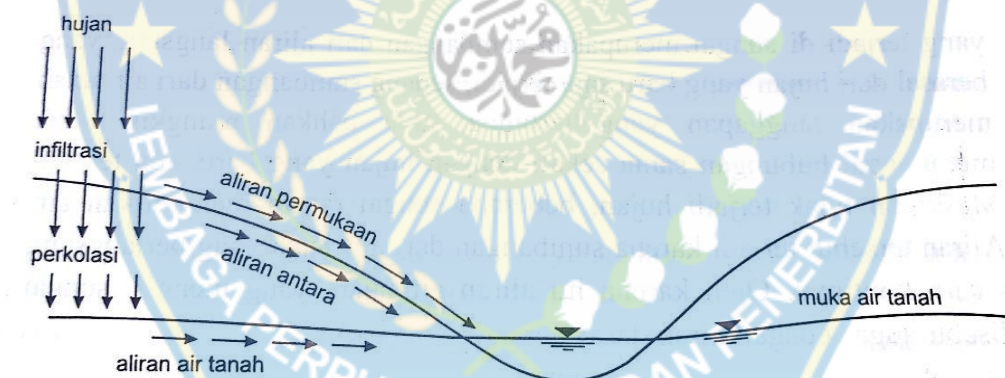
Selama terjadi hujan, kehilangan air seperti infiltrasi, cekungan pada tampungan (*depression storage*) dan tampungan penahan (*detention storage*) terjadi penjenjutan terlebih dahulu sebelum mulai terjadinya aliran permukaan. Ketika kedalaman permukaan air tangkapan bertambah, maka terjadi aliran permukaan (*overland flow*) di dalam bagian DAS. Air dengan cepat bergerak ke anak sungai, sungai kecil dan berakhir ke sungai utama dalam DAS tersebut. Sebagian air yang terinfiltrasi ke dalam tanah lalu bergerak secara lateral sampai muncul ke permukaan tanah dan selanjutnya masuk ke sungai, dimana proses ini dinamakan *interflow* atau *subsurface stormflow*. Sebagian air hujan juga terjadi perkolasi ke lapisan permukaan air tanah bawah yang biasanya memberikan kontribusi terhadap aliran dasar (*baseflow*), jika lapisan tersebut berpotongan dengan sungai (Raudkivi, 1979).

Proses pengukuran limpasan secara langsung membutuhkan biaya yang tidak sedikit serta waktu dan tenaga. Sehingga seringkali sulit mendapatkan data limpasan akibat proses pengukuran yang memberatkan. Oleh karena itu dipandang perlu untuk menerapkan suatu pendekatan model yang tepat dan sesuai dengan kondisi suatu daerah.



Gambar 2. Limpasan Permukaan (Bambang Triatmodjo, 2009).

Limpasan terdiri dari air yang berasal dari tiga sumber seperti ditunjukkan dalam Gambar 2, yaitu 1) Aliran permukaan, 2) aliran antara, 3) aliran air tanah (Bambang Triatmodjo, 2009).



Gambar 3. Komponen limpasan (Bambang Triatmodjo, 2009).

Berdasarkan gambar 3 di atas, 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. Sedangkan 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, yang akhirnya masuk ke sungai. Proses aliran antara ini lebih lambat dari aliran permukaan, dengan tingkat kelambatan dalam beberapa jam sampai hari.

Limpasan permukaan terjadi apabila syarat-syarat terjadi terpenuhinya limpasan permukaan adalah

1. Terjadi hujan atau pemberian air ke permukaan
2. Intensitas hujan lebih besar daripada laju dan kapasitas infiltrasi tanah dan topografi
3. Topografi dan kelerengan tanah memungkinkan untuk terjadinya aliran air di atas permukaan tanah

1. Faktor Yang Mempengaruhi Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan sangat berhubungan dengan infiltrasi, oleh karna itu dengan memahami proses terjadinya limpasan permukaan, faktor yang berpengaruh, akan bisa dilakukan analisis limpasan permukaan serta kaitanya dengan erosi dan sedimentasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi juga akan mempengaruhi limpasan permukaan. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh jenis tanah, kondisi permukaan tanah, tekstur, dan struktur tanah, kandungan bahan organik, kepadatan tanah, kedalaman solum tanah, kadar air awal tanah dan, tipe hujan yang terjadi atau cara pemberian air irigasi, untuk lahan beririgasi.

Menurut Sosradarsono dan Takeda (1978:135), *dalam* Ziliwu (2000:12), mengemukakan bahwa Limpasan permukaan terjadi ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi

cekungan atau depresi pada permukaan tanah. Setelah pengisian selesai maka air akan mengalir dengan bebas di permukaan tanah. Faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu elemen meteorologi dan elemen sifat fisik daerah pengaliran.

Menurut (Suripin, 2004) Elemen meteorologi meliputi jenis presipitasi, intensitas hujan, durasi hujan, dan distribusi hujan dalam daerah pengaliran, sedangkan elemen sifat fisik daerah pengaliran meliputi tata guna lahan (*land use*), jenis tanah, dan kondisi topografi daerah pengaliran (*catchment*). Elemen sifat fisik dapat dikategorikan sebagai aspek statis sedangkan elemen meteorologi merupakan aspek dinamis yang dapat berubah terhadap waktu. Adapun faktor - faktor yang mempengaruhi limpasan permukaan sebagai berikut:

1. Hujan

Hujan, yang meliputi tipe lama, intensitas dan sebaran hujan sangat menentukan limpasan permukaan yang terjadi di suatu daerah aliran sungai (DAS) jumlah (volume) dan debit limpasan yang terjadi di suatu DAS sangat berkaitan dengan intensitas dan lamanya hujan yang terjadi di DAS yang bersangkutan.

2. Laju dan kapasitas Infiltrasi Tanah

Menurut Mawardi (2012:131) Laju dan kapasitas infiltrasi dapat ditentukan menggunakan metode percobaan lapangan (langsung) menggunakan infiltrometer, atau dapat diperkirakan menurut rumus empiris yang telah ada seperti rumus empiris yang sudah dikembangkan.

3. Kondisi DAS

Kondisi DAS, meliputi ukuran bentuk DAS, topografi meliputi datar (0-8%), landai (0-15%), bergelombang (15-25%), berbukit (25-40%), bergunung (> 40%) geologi, dan penggunaan lahan. Limpasan permukaan akan semakin menurun sebanding dengan semakin bertambahnya luas DAS, luas DAS ini menentukan musim atau saat kapan suatu puncak limpasan permukaan akan terjadi.

Bentuk topografi DAS seperti kelerengan, derajat kemiringan sistem drainase, dan keberadaan cekungan penyimpanan air di permukaan berpengaruh pada volume dan debit limpasan permukaan. Suatu DAS dengan bentuk permukaan lahan datar dan terdapat cekungan penyimpanan air permukaan yang tak ber-outlet cenderung mempunyai limpasan permukaan yang lebih kecil di bandingkan dengan topografinya miring dan mempunyai pola dan sistem drainase (*stream*) yang sudah mapan. Sifat geologi tanah berpengaruh terhadap infiltrasi oleh karena itu berpengaruh pula terhadap limpasan.

4. Distribusi Curah Hujan

Faktor ini mempengaruhi hubungan antara hujan dan daerah pengaliran suatu volume hujan tertentu yang tersebar merata diseluruh daerah aliran intensitasnya akan berkurang apabila curah hujan sebagian saja dari daerah aliran, dan menyebabkan terjadinya aliran permukaan lambat.

5. Kondisi Penggunaan Lahan

Aliran permukaan sangat dipengaruhi oleh kondisi penggunaan tanah dalam daerah pengaliran. Daerah hutan yang ditutupi tumbuhan yang lebat

adalah sulit terjadi aliran permukaan karna besarnya intersepsi, evaporasi, transpirasi, dan perkolasi. Jika daerah ini dijadikan daerah pembangunan dan dikosongkan, maka kesempatan untuk infiltrasi semakin kecil sehingga dapat memperbesar aliran permukaan.

6. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran berpengaruh pada aliran permukaan, makin luas daerah pengaliran maka waktu aliran permukaan untuk mencapai titik pengukuran semakin lama.

1. Proses Terjadinya Aliran Permukaan

Menurut Arsyad 1982, dalam Haridjaja dkk, 1991, proses terjadinya aliran permukaan adalah curah hujan yang jatuh di atas permukaan tanah pada suatu wilayah pertama-tama akan masuk ke dalam tanah sebagai air infiltrasi setelah ditahan oleh tajuk pohon sebagai air intersepsi. Infiltrasi akan berlangsung terus selama air masih berada dibawah kapasitas lapang. Apabila hujan terus berlangsung dan kapasitas lapang sudah terpenuhi, maka kelebihan air hujan tersebut akan tetap terinfiltrasi yang selanjutnya akan menjadi air perkolasi dan sebagian digunakan untuk mengisi cekungan atau depresi permukaan tanah sebagai simpanan permukaan, selanjutnya setelah simpanan depresi terpenuhi, kelebihan air tersebut menjadi genangan air yang disebut tambatan permukaan (*detention storage*) sebelum menjadi aliran permukaan (*over land flow*), kelebihan air hujan di atas sebagian menguap atau terevaporasi walaupun jumlahnya sangat sedikit.

Setelah proses hidrologi di atas tercapai dan air hujan masih berlebih, baik hujan masih berlangsung atau tidak, maka aliran permukaan akan terjadi.

Selanjutnya aliran permukaan ini akan menuju saluran-saluran dan akhirnya menuju sungai sebelum mencapai danau atau laut. Schwab dkk 1981, dalam Haridjaja dkk, 1991, mengemukakan bahwa aliran permukaan tidak akan terjadi sebelum evaporasi, intersepsi, infiltrasi, simpanan depresi, tambatan permukaan, dan tambatan saluran terjadi.

Koefisien C didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan (Arsyad, 2006).

Koefisien aliran permukaan (C) untuk DAS pertanian bagi tanah kelompok Hidrologi B dan untuk daerah perkotaan tertera dalam tabel di bawah.

Tabel 3. Besaran Koefisien Pengaliran

Tata Guna Lahan	Koefisien Limpasan (C)
Kawasan Perumahan	
Kawasan keluarga tunggal	0,30 -0,50
Multisatuaan, terpisah	0,40 – 0,60
Multisatuaan, berdempetan (rapat)	0,60 – 0,75
Jalan	
Beraspal	0,70 – 0,95
Beton	0,80 – 0,95
Batu bata/pavingblock/con block	0,70 – 0,85
Jalan raya dan trotoar	0,70 – 0,85
Atap	0,70 – 0,95

Halaman rumput, tanah padat	
Tanah padat, datar (2%) Tanah	0,13 – 0,17
padat, rata-rata (2-7%) Tanah	0,18 – 0,22
padatcuram (>7%)	0,25 – 0,35

Sumber : Suripin, 2004

D. Infiltrasi

Infiltrasi didefinisikan sebagai proses masuknya air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Umumnya, infiltrasi yang dimaksud adalah infiltrasi vertikal, yaitu gerakan ke bawah dari permukaan tanah (Jury dan Horton, 2004).

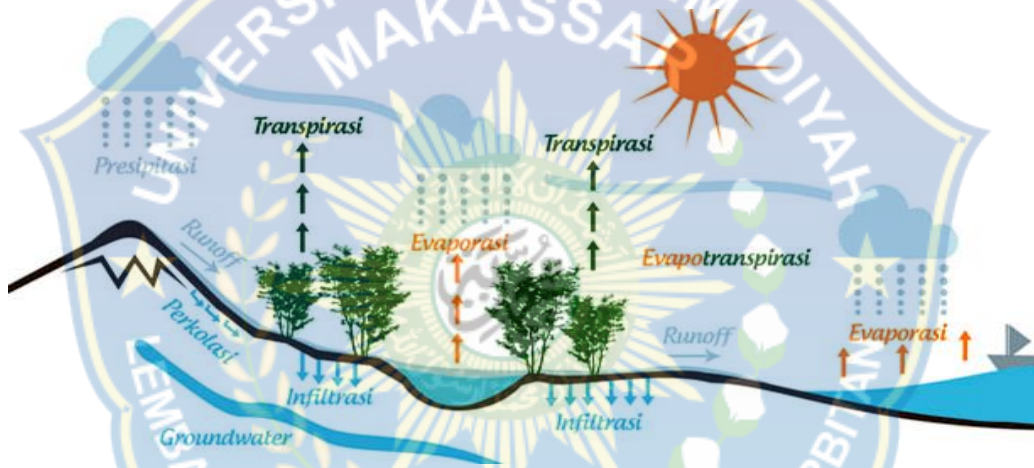
Infiltrasi tanah meliputi infiltrasi kumulatif, laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi. Infiltrasi kumulatif adalah jumlah air yang meresap ke dalam tanah pada suatu periode infiltrasi. Laju infiltrasi adalah jumlah air yang meresap ke dalam tanah dalam waktu tertentu. Sedangkan kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum air meresap ke dalam tanah (Haridjaja, Murtalaksono dan Rachman, 1991).

Gerak air di dalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Gaya gravitasi menyebabkan aliran selalu menuju ke tempat yang lebih rendah, sementara gaya kapiler menyebabkan air bergerak ke segala arah. Air kapiler selalu bergerak dari daerah basah menuju ke daerah yang lebih kering.

Hal ini menyebabkan penurunan laju infiltrasi. Sementara aliran kapiler pada lapis permukaan berkurang, aliran karena pengaruh gravitasi berlanjut mengisi pori-pori tanah. Dengan terisinya pori-pori tanah, laju infiltrasi berkurang secara

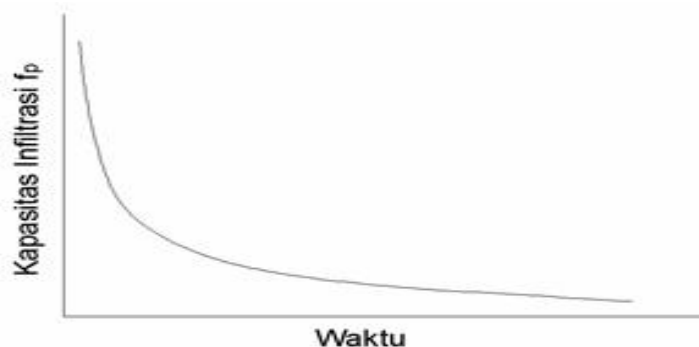
berangsur-angsur sampai dicapai kondisi konstan, dimana laju infiltrasi sama dengan laju perkolasi melalui tanah.

Dalam infiltrasi dikenal dua istilah yaitu kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi, yang dinyatakan dalam mm/jam. Kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum untuk suatu jenis tanah tertentu, sedangkan laju infiltrasi adalah kecepatan infiltrasi yang nilainya tergantung pada kondisi tanah dan intensitas hujan. Pada grafik dibawah ini menunjukkan kurva kapasitas infiltrasi(f_p), yang merupakan fungsi waktu.



Gambar 4. Proses terjadinya infiltrasi (Rudy setiyanto dkk, 2014)

Apabila tanah dalam kondisi kering ketika infiltrasi terjadi, kapasitas infiltrasi tinggi karena kedua gaya kapiler dan gravitasi bekerja bersama-sama menarik air ke dalam tanah. Ketika tanah menjadi basah, gaya kapiler berkurang yang menyebabkan laju infiltrasi menurun. Akhirnya kapasitas infiltrasi mencapai suatu nilai konstan, yang dipengaruhi terutama oleh gravitasi dan laju perkolasi (Bambang Triatmodjo, 2010).



Gambar 5. Kurva Kapasitas Infiltrasi (Bambang Triatmodjo, 2010).

Setelah kadar air tanah mencapai kadar air kapasitas lapang, maka kelebihan air akan mengalir ke bawah menjadi cadangan air tanah (*ground water*) (Jury dan Horton, 2004).

Laju infiltrasi diklasifikasikan menjadi tujuh kelas oleh Kohnke (1968), berdasarkan nilai laju infiltrasi konstan.

Tabel 4. Klasifikasi laju infiltrasi tanah Kohnke (1968).

Kelas	Laju infiltrasi konstan (mm/jam)
Sangat lambat	1
Lambat	1 – 5
Sedang – lambat	5 – 20
Sedang	20 – 65
Sedang – cepat	65 – 125
Cepat	125– 250
Sangat cepat	>250

Sumber : Kohnke, H. 1968 dalam Sofyan, 2006

1. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Infiltrasi

Laju infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh, kelembaban tanah, pemadatan oleh hujan, tanaman penutup, intensitas hujan, dan sifat-sifat fisik tanah.

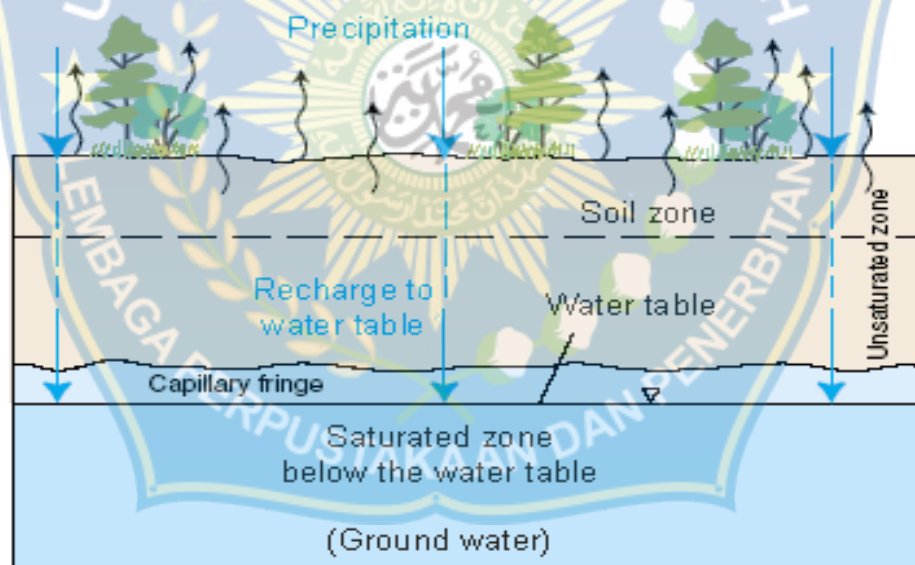
Gambar 6. Genangan pada permukaan tanah (Bambang Triatmodjo, 2010).



Tahanan terhadap aliran yang diberikan oleh tanah adalah sebanding dengan tebal lapis jenuh air L . Pada awal hujan, dimana L adalah kecil dibanding D , tinggi tekanan adalah besar dibanding tahanan terhadap aliran, sehingga air masuk ke dalam tanah dengan cepat. Sejalan dengan waktu, L bertambah panjang sampai melebihi D , sehingga tahanan terhadap aliran semakin besar. Pada kondisi tersebut kecepatan infiltrasi berkurang. Apabila L sangat lebih besar daripada D , perubahan L mempunyai pengaruh yang hampir sama dengan gaya tekanan dan hambatan, sehingga laju infiltrasi hampir konstan.

Menurut (Bambang Triatmodjo, 2010). Beberapa air yang meresap ke dalam akan tetap berada di lapisan tanah dangkal, di mana secara bertahap akan bergerak secara vertikal dan horizontal melalui material tanah di bawah permukaan. Beberapa air dapat menyusup lebih dalam, mengisi akuifer air tanah. Jika akuifer cukup berpori untuk memungkinkan air untuk bergerak bebas melalui akuifer, orang bisa mengebor sumur ke dalam akuifer dan menggunakan air untuk berbagai keperluan.

Air dapat melakukan perjalanan jarak jauh atau tetap tersimpan dalam bentuk air tanah untuk waktu yang lama sebelum kembali ke permukaan atau merembes ke badan air lainnya, seperti sungai dan lautan Suripin (2004)



Gambar 7 : Diagram Infiltrasi Air Tanah (Suripin, 2004)

1. Presipitasi

Presipitasi adalah suatu proses turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang berupa hujan, salju, embun, dan yang sejenis.

2. Kelembaban tanah

Kelembaban tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori–pori tanah yang berbeda diatas *watertable*.

3. Karakter Tanah

Beberapa jenis tanah, seperti tanah liat, lebih sukar menyerap air dibanding tanah berpasir. Tanah yang sukar menyerap air lebih banyak mengalirkan air permukaan hingga menuju sungai.

4. Tutupan Lahan

Banyak sedikitnya vegetasi di atas tanah memengaruhi terhadap daya infiltrasi. 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.

5. 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.

6. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan evaporasi dan transpirasi tumbuhan yang hidup di permukaan bumi. Air yang diuapkan oleh tanaman dilepas ke atmosfer. Evaporasi merupakan pergerakan air ke udara dari berbagai sumber seperti tanah, atap dan badan air. Transpirasi merupakan pergerakan air di dalam tumbuhan yang

hilang melalui stomata akibat diuapkan oleh daun. Evapotranspirasi adalah bagian terpenting dalam siklus air

7. 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.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Tempat Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik jalan Sultan Alauddin Makassar kampus Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Maret 2019

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah eksperimental model fisik laboratorium (*Eksperimental Research model*), di mana kondisi penelitian didesain dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada sumber-sumber yang berkaitan dengan penelitian tersebut. Penelitian menggunakan tanah dan sampel *paving block*, beton, dan rumput serta model desain genangan yang berukuran 50 cm x 50 cm x 35 cm

2. Sumber Data

Sumber data penelitian ini diperoleh dari hasil simulasi dan pengamatan langsung dari model fisik laboratorium Teknik Sipil

C. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan-bahan dan material yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- Bahan-bahan untuk kontruksi simulasi genangan dan media sampel antara lain : akrilic 8 mm, besi siku, meteran.
- Tanah adalah jenis tanah yang diambil dari lahan pemukiman
- Bahan-bahan penunjang lainnya seperti lem, plastisin, ember dan plastik serta bahan dari beberapa jenis tutupan seperti semen, kerikil, pasir dan rumput.

2. Alat

- Satu set alat media penelitian untuk mensimulasi penyerapan genangan (model box genangan)
- Bambu sebagai media *Drain hole*.
- Stopwatch untuk mengukur waktu yang digunakan dalam penuruan air.
- Mistar ukur, meter roll/lipat untuk kebutuhan pengukuran
- Alat tulis dan tabel isian data dari hasil pengamatan. Kamera digital untuk dokumentasi dan perekaman proses pengambilan
- Komputer, printer dan scanner untuk pengimputan data. Alat-alat pertukangan seperti : Gergaji dan sendok semen.

3. Model Box Genangan

Alat ini digunakan untuk membuat model genangan air.



Gambar 8 : Model box genangan

4. Drain Hole

Alat ini difungsikan untuk menuruna genangan yang ada dipermukaan kedalam tanah.



Gambar 9 : drain hole

D. Variabel Yang Diteliti

- a. Sesuai dengan tujuan penelitian ini maka pengujian dilakukan dengan model fisik laboratorium dengan kajian sejauh mana pengaruh instalasi *drain hole* dalam menurunkan genangan
- b. Model fisik ini dimaksudkan untuk mengamati pengaruh *drain hole* dalam menurunkan genangan pada tutupan lahan yang berbeda dengan variasi tinggi *drain hole*.

Tabel 5 Tabel data pengamatan

Jenis Tutupan	Tinggi drain hole	Debit genangan	Menit ke	Waktu (t)	Penurunan (cm)	Penurunan genangan cm3/det
		per 1 cm		menit		
	H1	Q1	t1			
		Q2	t2			
		Q3	t3			
		Q4	t4			
		Q5	t5			
		Q6	t6			
	H2	Q1	t1			
		Q2	t2			
		Q3	t3			
		Q4	t4			
		Q5	t5			
		Q6	t6			
	H3	Q1	t1			
		Q2	t2			
		Q3	t3			
		Q4	t4			
		Q5	t5			
		Q6	t6			

E. Prosedur Penelitian

1. Tahapan persiapan

persiapan dilakukan untuk mengantisipasi segala keadaan yang berkaitan dengan prosedur penelitian, seperti (1) pembersihan, (2) pengecekan dan pengukuran alat dan benda uji, (3) persiapan perangkat dan instrumen yang dibutuhkan, dan (4) persiapan person pengamat serta persatuan persepsi dalam melakukan tindakan pengujian, pengamatan dan pencatatan.

2. Tahapan running test

- a. Running test ke-1; yakni melakukan pengamatan dengan menghitung berapa waktu yang diperlukan untuk menyerapkan air pada tanah yang diambil dari lahan permukiman, sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam bak pengujian yang berukuran 50 cm x 50 cm x 35 cm di mana tinggi tanah dalam bak uji adalah 15 cm kemudian tanah tersebut dituangkan air sebanyak 15.000 cm³ atau 6 cm dari tanah dan secara bersamaan. Setiap penurunan 1 cm penyerapan air dicatat pada tabel pengamatan.
- b. Running test ke-2 ; yakni melakukan pengamatan dengan menghitung berapa waktu yang diperlukan untuk menyerapkan air pada tanah dengan menambahkan tutupan lahan yang berbeda yakni beton, *paving block*, dan rumput. Prosedur perhitungan ini dengan tahapan seperti running test 1.
- c. Running test ke-3 ; yakni melakukan pengamatan dengan menghitung berapa waktu yang diperlukan untuk menyerapkan air pada tanah dengan menambahkan tutupan lahan yang berbeda yakni beton, *paving block*, dan rumput serta menambahkan *drain hole* dengan berbagai variasi tinggi yakni 5 cm, 10 cm dan 12 cm di setiap tutupan lahan yang berbeda. Prosedur perhitungan ini di lakukan dengan tahapan seperti running test 1.

F. Data Pengamatan

Pengambilan data pengamatan sangat diperlukan di mana akan digunakan sebagai parameter analisa, oleh karena itu pencatatan data tersebut dilakukan pada setiap kondisi yang terkait dengan tujuan penelitian, dan juga data yang memungkinkan adanya informasi dalam perjalanan penelitian. Adapun data yang diambil dalam pengujian ini adalah:

1. Pada running test ke-1ke-2 data yang dicatat adalah:
 - a. Ketinggian air pada bak uji.
 - b. Kepadatan tanah dalam bak uji
 - c. Total waktu penyerapan t (menit) dan waktu penyerapan per setiap 1 cm (menit)
2. Pada running test ke-3 data yang dicatat adalah:
 - a. Ketinggian genangan pada bak uji
 - b. Kepadatan tanah dalam bak uji
 - c. Tinggi *drain hole* yang digunakan dan jenis tutup yang digunakan.
 - d. Total waktu penyerapan t (menit) dan waktu penyerapan per setiap 1 cm (menit)

G. Analisa Data

Dari data hasil uji laboratorium diolah menjadi bahan analisa hasil kajian sesuai dengan tujuan penelitian. Data yang diolah menjadi bahan analisa adalah data volume air yang menyerap pada total waktu menyerapan.

H. Kerangka Konsep Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan dengan menggunakan alat uji desain model genangan pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar, didapatkan hasil berupa data penurunan genangan pada berbagai tutupan lahan yang berbeda. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan *drain hole* menurunkan genangan pada permukaan tanah.

Data-data yang diperoleh pada pengamatan ini berupa volume genangan (V), luas alat (L), diameter *drain hole* (d), tinggi *drain hole* (H), ketinggian air pada alat uji (h), dan volume *drain hole* (V).

Data-data tersebut kemudian dianalisa untuk mendapatkan pengaruh dari instalasi *drain hole* untuk menyerapkan air pada tutupan lahan berbeda.

A. Hasil Pengamatan

1. Uji Karakteristik Tanah

Hasil uji material tanah pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mektan Universitas Muhammadiyah Makassar seperti yang tertera pada tabel di bawah ini:

Tabel 6. Hasil pemeriksaan karakteristik tanah.

No	Parameter	Nilai	Satuan	Ket
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	25.26	%	Kelompok Sp Lempung Organik
2	Pemeriksaan Berat Isi			
	1.kadar air	40.22		
	2. dyr density	1.94		
	3.porositas	74.66		
	4.derajat kejenuhan	105.02	%	
3	Pengujian berat jenis	2.58	g/cm ³	
4	pengujian batas-batas Atterberg			
	1. Batas Cair (LL)	31.61	%	
	2. Batas Plastis	18.54	%	
	3. Indeks Plastisitas (PI)	13.06	%	
	4. Activity	0.65	%	
5	Pengujian analisa saringan			
	#4 (4,75 mm)	100	%	
	#10 (2,00 mm)	98.88	%	
	#20 (0,85 mm)	98.24	%	
	#40 (0,43 mm)	96.82	%	
	#60 (0,25 mm)	96.62	%	
	#80 (0,180 mm)	96.42	%	
	#100 (0,15 mm)	88.76	%	
	#200 (0,075 mm)	81.54	%	
6	Pengujian analisis hidrometer			
	Gravel	0	%	
	Pasir	18.46	%	
	lempung dan lanau	81.54	%	
	Lempung	49.17	%	
	Lanau	32.37	%	

Sumber: data pengamatan

2. Penentuan Kepadatan Tanah

Pada penelitian ini kepadatan tanah ditentukan dengan cara memasukkan tanah ke dalam alat uji setiap 5 cm kemudian ditumbuk dengan menggunakan alat yang berbobot 4.15 kg dengan menghitung jumlah tumbukan yang diberikan.

3. Hasil Pengamatan Genangan

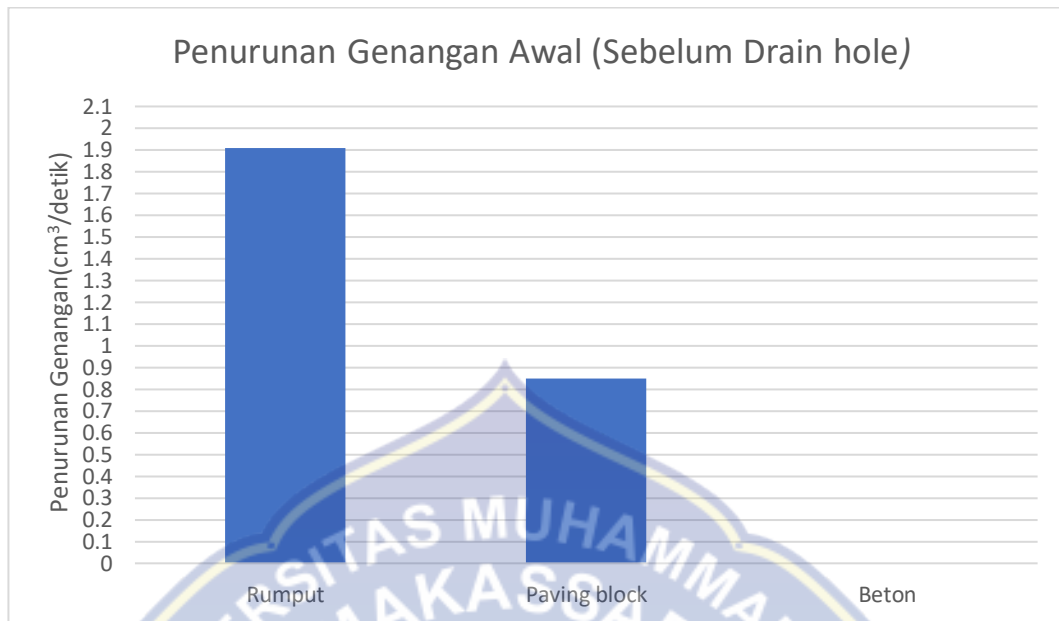
Dari hasil pengamatan dengan menggunakan desain model genangan pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar, didapatkan hasil berupa data penurunan genangan pada tiga tutupan lahan yang berbeda dan penurunan genangan dengan penggunaan *drain hole* dengan tinggi 5, 10, dan 12 cm dengan asumsi tinggi genangan 6 cm.

a. Penurunan genangan pada tutupan lahan yang berbeda

Dari pengamatan yang dilakukan menggunakan desain model genangan maka diperoleh hasil penurunan genangan pada tiga tutupan lahan yang berbeda yang disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 7. Hasil perhitungan penurunan genangan dan waktu penurunan genangan ke dalam tanah dengan tutupan lahan yang berbeda.

Jenis Tutupan	Debit Total Genangan (cm ³)	Total Waktu Penurunan genangan (detik)	Penurunan genangan (cm ³ /det)
Rumput	15.000	7.860	1.91
<i>Paving block</i>	15.000	17.580	0.85
Beton	-	-	



Gambar 10. Grafik perbandingan penurunan genangan awal untuk berbagai jenis tutupan lahan

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa penurunan genangan paling besar terjadi pada tutupan lahan rumput sebesar 1.89 cm³/dtk kemudian penurunan genangan pada *Paving block* 0.89 cm³/dtk, sedangkan pada tutupan lahan beton tidak terjadi penurunan genangan karena rapatnya permukaan beton yang mengakibatkan air tidak mampu masuk ke dalam tanah.

b. Penurunan genangan pada tutupan lahan rumput dengan instalasi *drain hole*

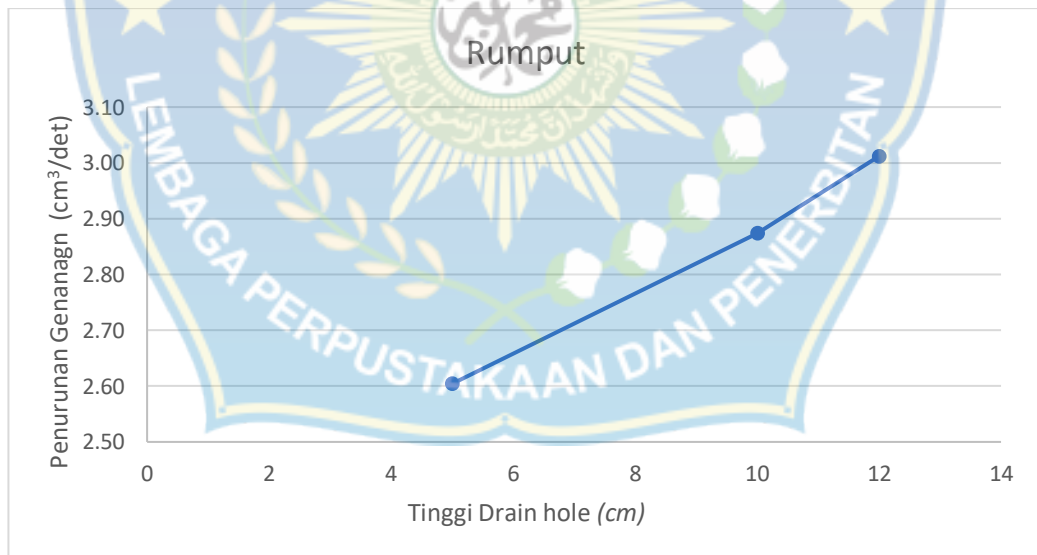
Hasil pengamatan penurunan genangan tutupan lahan rumput dengan instalasi *drain hole* di permukaan dengan tinggi genangan 6 cm dan variasi tinggi yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Hasil perhitungan penurunan genangan dan waktu penurunan genangan ke dalam tanah dengan tutupan lahan rumput dengan instalasi *drain hole*.

Jenis Tutupan lahan	Debit Total Genangan (cm ³)	Tinggi <i>Drain hole</i>	Total Waktu Penurunan Genangan (Detik)	Penurunan Genangan (cm ³ /det)
Rumput	15.000	5	5,760	2.60
	15.000	10	5,220	2.87
	15.000	12	4,980	3.01

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya dapat dibuat grafik hubungan antara penurunan genangan dan instalasi *drain hole* dengan 3 variasi tinggi pada tutupan lahan rumput.



Gambar 11. Grafik hubungan antara penurunan genangan dan instalasi *drain hole* dengan 3 variasi tinggi pada tutupan lahan rumput.

Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat bahwa dengan mengasumsikan genangan 6 cm dengan debit 15.000 cm³ penurunan genangan dengan instalasi *drain*

hole setinggi 5 cm mampu menyerap air dengan 2.60 cm³/dtk, demikian pula pada tinggi *drain hole* berikutnya, semakin tinggi *drain hole* maka debit air yang di serapkan semakin banyak.

c. Penurunan genangan pada tutupan lahan beton dengan instalasi *drain hole*

Hasil pengamatan penurunan genangan tutupan lahan beton dengan instalasi *drain hole* di permukaan dengan tinggi genangan 6 cm dan variasi tinggi yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Hasil perhitungan penurunan genangan dan waktu penurunan genangan ke dalam tanah dengan tutupan lahan beton dengan instalasi *drain hole*.

Jenis Tutupan lahan	Debit Total Genangan (cm ³)	Tinggi <i>Drain hole</i>	Total Waktu Penurunan Genangan (Detik)	Penurunan Genangan (cm ³ /det)
Beton	15,000	5	12,060	1.24
	15,000	10	12,000	1.25
	15,000	12	11,700	1.28

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya dapat dibuat grafik hubungan antara penurunan genangan dan instalasi *drain hole* dengan 3 variasi tinggi pada tutupan lahan beton.



Gambar 12. Grafik hubungan antara penurunan genangan dan instalasi *drain hole* dengan 3 variasi tinggi pada tutupan lahan beton

Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat bahwa dengan mengasumsikan genangan setinggi 6 cm dengan volume genangan sebanyak 15000 cm³ dengan tutupan lahan beton, penurunan genangan dengan instalasi *drain hole* setinggi 5 cm mampu menyerap air sebanyak 1.24 cm³/det, demikian pula pada tinggi *drain hole* berikutnya, maka semakin tinggi *drain hole* yang digunakan maka debit air yang diresapkan akan semakin besar.

d. Penurunan genangan pada tutupan lahan *Paving block* dengan instalasi *drain hole*

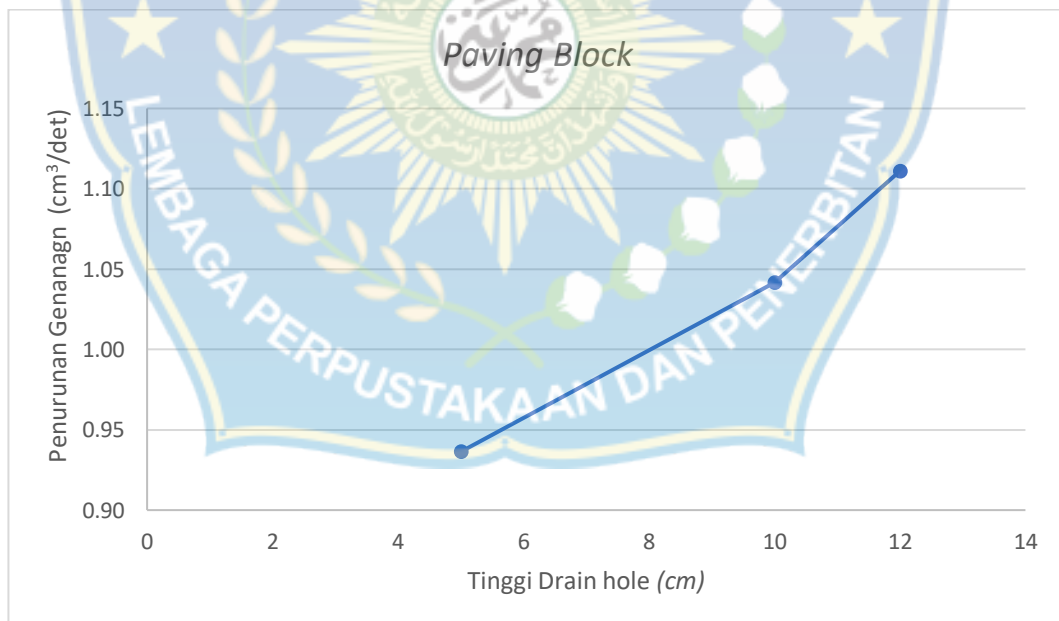
Hasil pengamatan penurunan genangan tutupan lahan *Paving block* dengan instalasi *drain hole* di permukaan dengan tinggi genangan 6 cm dan variasi tinggi *drain hole* yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Hasil perhitungan penurunan genangan dan waktu penurunan genangan ke dalam tanah dengan tutupan lahan *paving block* dengan instalasi *drain hole*.

Jenis Tutupan lahan	Debit Total Genangan (cm ³)	Tinggi <i>Drain hole</i>	Total Waktu Penurunan Genangan (Detik)	Penurunan Genangan (cm ³ /det)
Beton	15,000	5	16,040	0.94
	15,000	10	14,407	1.04
	15,000	12	13,527	1.11

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya dapat dibuat grafik hubungan antara penurunan genangan dan instalasi *drain hole* dengan 3 variasi tinggi pada tutupan lahan *paving block*.



Gambar 13. Grafik hubungan antara penurunan genangan dan instalasi *drain hole* dengan 3 variasi tinggi pada tutupan lahan *paving block*.

Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat bahwa dengan mengasumsikan genangan setinggi 6 cm dengan volume genangan sebanyak 15000 cm³ dengan tutupan lahan *paving block*, penurunan genangan dengan instalasi *drain hole* setinggi 5 cm mampu menyerap air sebanyak 0.94 cm³/dtk, demikian pula pada tinggi *drain hole* berikutnya, maka semakin tinggi *drain hole* yang digunakan maka debit air yang diresapkan akan semakin besar.

e. Waktu dan volume yang menyerap ke dalam tanah pada tutupan lahan rumput

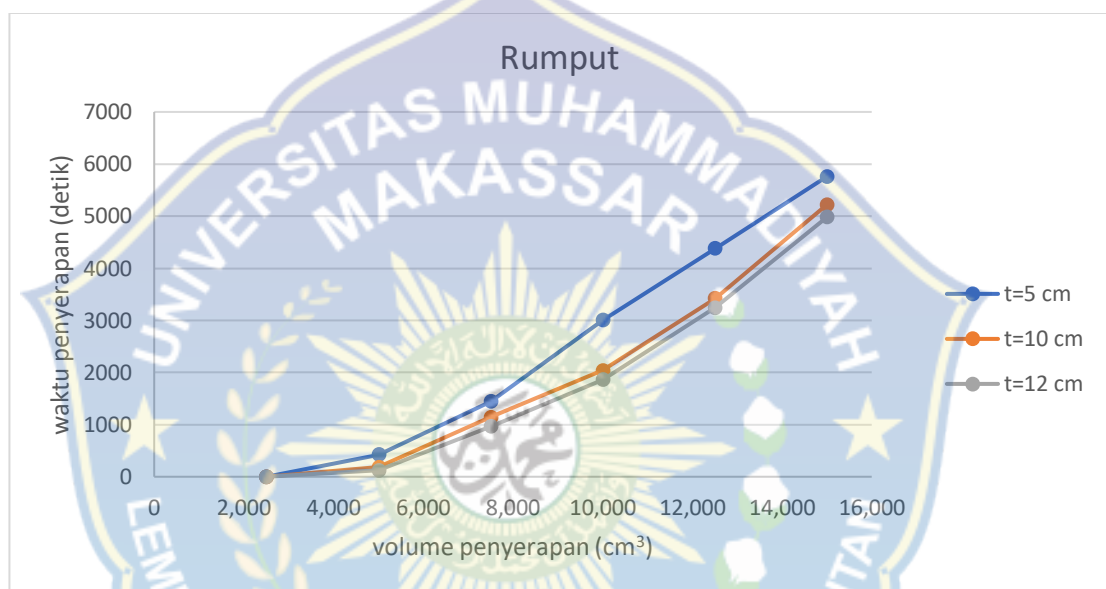
Tabel 11. Hasil perhitungan pengaruh variasi tinggi *drain hole* dan volume air yang meresap pada tutupan lahan rumput.

Jenis Tutupan Lahan	Tinggi Genangan (cm)	Tinggi Alat (cm)	Jumlah Debit Per 1 cm	Total Waktu Penurunan Per 1 cm (detik)
Rumput	6	5	2,500	0
			5,000	420
			7,500	1,440
			10,000	3,000
			12,500	4,380
			15,000	5,760
	6	10	2,500	0
			5,000	180
			7,500	1,140
			10,000	2,040
			12,500	3,420
			15,000	5,220
	6	12	2,500	0
			5,000	120
			7,500	960
			10,000	1,860
			12,500	3,240
			15,000	4,980

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada tutupan lahan rumput tinggi *drain hole* yang digunakan yaitu 5,10, dan 12 cm dengan volume genangan sebanyak 15000 cm³. Untuk data selanjutnya disajikan dalam tabel di atas:

Selanjutnya dapat dibuat grafik hubungan antara waktu dan volume resapan pada setiap variasi tinggi *drain hole* pada tutupan lahan rumput.



Gambar 14. Grafik hubungan antara waktu dan volume resapan pada setiap variasi tinggi *drain hole* pada tutupan lahan rumput.

Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat dari tinggi *drain hole* 5 cm dengan volume genangan sebanyak 2500 cm³ pada tutupan rumput maka waktu penyerapan yang dibutuhkan yaitu 0 dtk, di karenakan sebagian air yang ada di permukaan masuk ke *drain hole* dan sebagiannya lagi masuk ke celah-celah rumput yang kemudian diresapkan ke dalam tanah melalui akar dari rumput tersebut, demikian pula pada tinggi *drain hole* berikutnya, maka semakin tinggi *drain hole* yang di

gunakan maka volume air yang diserapkan lebih banyak, dan waktu penyerapan yang dibutuhkan akan semakin sedikit.

f. Waktu dan volume yang menyerap ke dalam tanah pada tutupan lahan beton

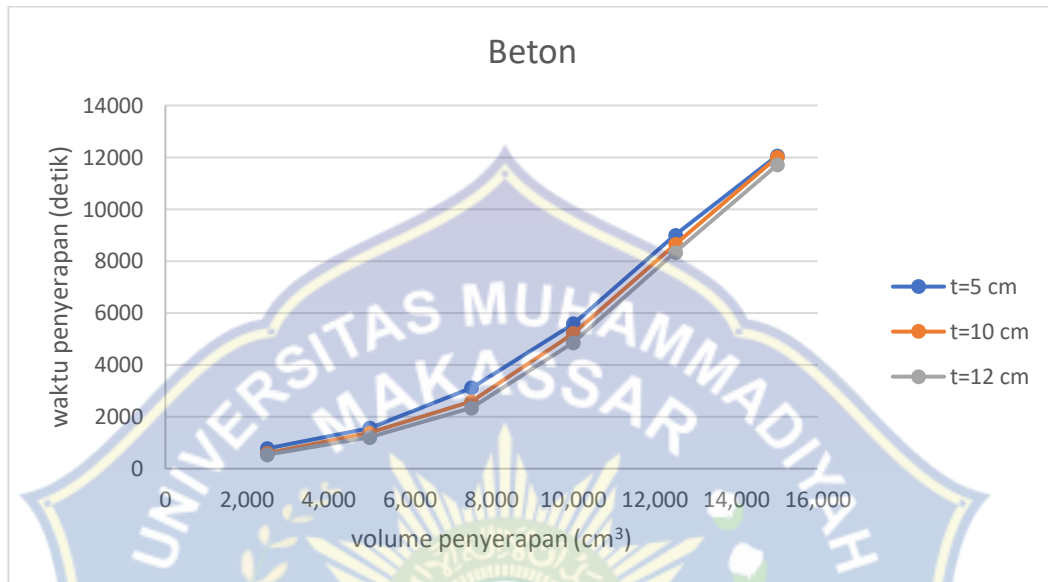
Pada tutupan lahan beton tinggi *drain hole* yang digunakan yaitu 5,10, dan 12 cm dengan volume genangan sebanyak 15000 cm³. Untuk data selanjutnya disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 12. Hasil perhitungan pengaruh variasi tinggi *drain hole* dan volume air yang meresap pada tutupan lahan beton.

Jenis Tutupan Lahan	Tinggi Genangan (cm)	Tinggi Alat (cm)	Jumlah Debit	Total Waktu Penurunan
			Per 1 cm	Per 1 cm (detik)
beton	5	5	2,500	780
			5,000	1,560
			7,500	3,120
			10,000	5,580
			12,500	9,000
			15,000	12,060
	6	10	2,500	600
			5,000	1,380
			7,500	2,580
			10,000	5,220
			12,500	8,640
			15,000	12,000
	12	12	2,500	540
			5,000	1,200
			7,500	2,340
			10,000	4,860
			12,500	8,340
			15,000	11,700

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya dapat dibuat grafik hubungan antara waktu dan volume resapan pada setiap variasi tinggi *drain hole* pada tutupan lahan beton.



Gambar 15. Grafik hubungan antara waktu dan volume resapan pada setiap variasi tinggi *drain hole* pada tutupan lahan beton.

Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat dari tinggi *drain hole* 5 cm dengan volume genangan sebanyak 2500 cm³ pada tutupan rumput maka waktu penyerapan yang dibutuhkan yaitu 780 dtk, demikian pula pada tinggi *drain hole* berikutnya, maka semakin tinggi *drain hole* yang digunakan maka volume air yang diserapkan lebih banyak dan waktu penyerapan yang dibutuhkan akan semakin sedikit.

g. Waktu dan volume yang menyerap ke dalam tanah pada tutupan lahan *paving block*

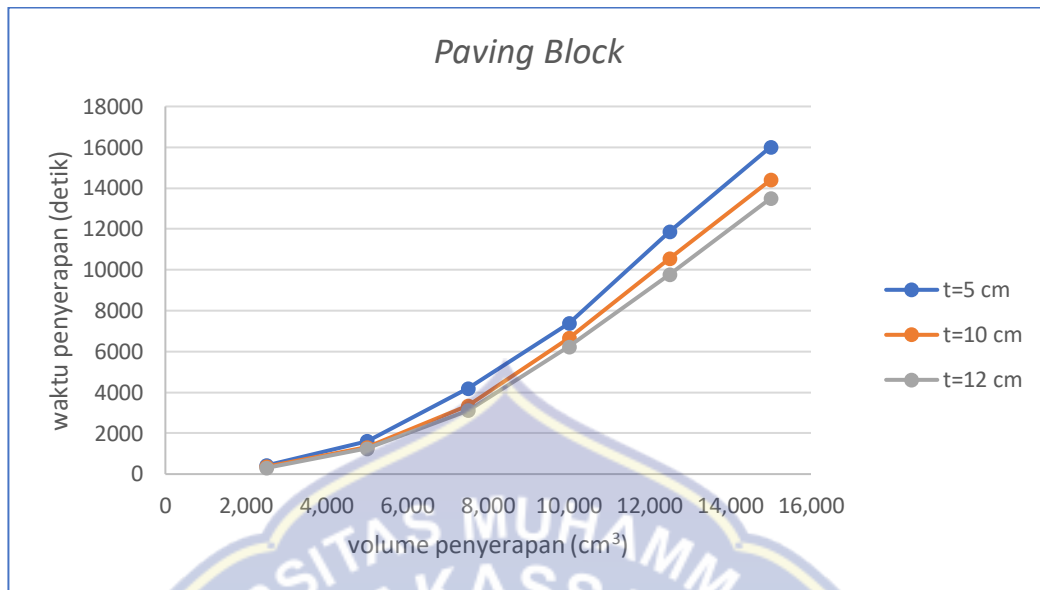
Pada tutupan lahan beton tinggi *drain hole* yang digunakan yaitu 5,10, dan 12 cm dengan volume genangan sebanyak 15000 cm³. Untuk data selanjutnya disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 13. Hasil perhitungan pengaruh variasi tinggi *drain hole* dan volume air yang meresap pada tutupan lahan *paving block*

Jenis Tutupan Lahan	Tinggi Genangan (cm)	Tinggi Alat (cm)	Jumlah Debit	Total Waktu Penurunan
			Per 1 cm	Per 1 cm (detik)
Paving block	5	5	2,500	420
			5,000	1,620
			7,500	4,200
			10,000	7,380
			12,500	11,880
			15,000	16,020
	6	10	2,500	360
			5,000	1,320
			7,500	3,360
			10,000	6,660
			12,500	10,560
			15,000	14,400
	6	12	2,500	300
			5,000	1,260
			7,500	3,120
			10,000	6,240
			12,500	9,780
			15,000	13,500

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya dapat dibuat grafik hubungan antara waktu dan volume resapan pada setiap variasi tinggi *drain hole* pada tutupan lahan *paving block*



Gambar 16. Grafik hubungan antara waktu dan volume resapan pada setiap variasi tinggi *drain hole* pada tutupan lahan *paving block*.

Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat dari tinggi *drain hole* 5 cm dengan volume genangan sebanyak 2500 cm³ pada tutupan *paving block* maka waktu penyerapan yang dibutuhkan yaitu 420 dtk, demikian pula pada tinggi *drain hole* berikutnya, maka semakin tinggi *drain hole* yang digunakan maka volume air yang diserapkan lebih banyak, dan waktu penyerapan yang dibutuhkan akan semakin sedikit.

h. Hubungan antara waktu dan volume yang menyerap dengan instalasi *drain hole* 5 cm pada tutupan lahan berbeda.

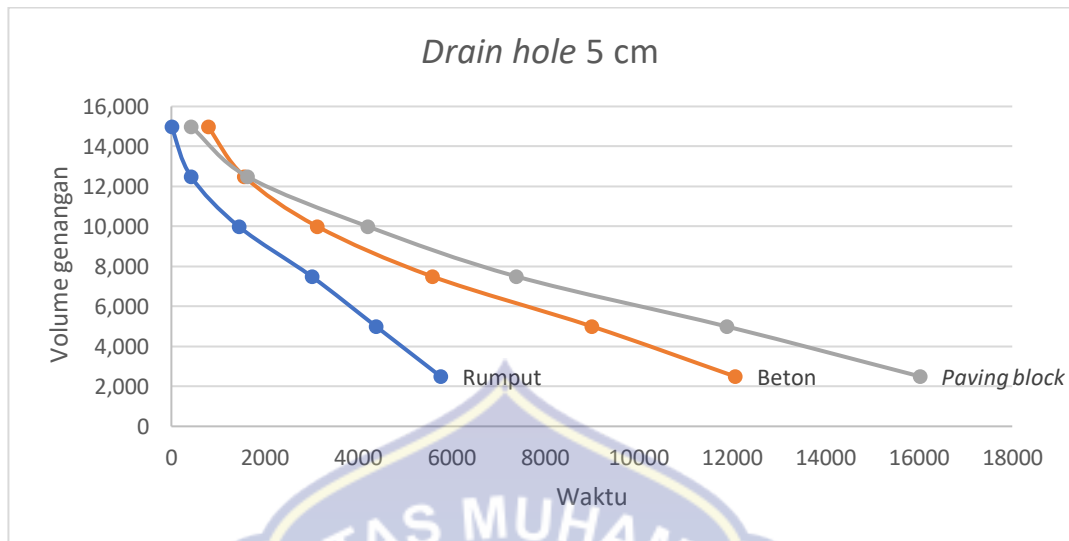
Pada instalasi *drain hole* dengan tinggi 5 cm pada tutupan lahan yang berbeda, perbedaan waktu yang di butuhkan untuk menurunkan genangan dengan volume 15,000 cm³ dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 14. Hasil perhitungan volume genangan dan waktu penurunan genangan dengan instalasi *drain hole* 5 cm pada tutupan lahan berbeda

Jenis Tutupan Lahan	Tinggi Genangan (cm)	Tinggi Alat (cm)	Jumlah Debit Per 1 cm	Total Waktu Penurunan Per 1 cm (detik)
Rumput	6	5	15,000	0
			12,500	420
			10,000	1,440
			7,500	3,000
			5,000	4,380
			2,500	5,760
Beton	6	5	15,000	780
			12,500	1,560
			10,000	3,120
			7,500	5,580
			5,000	9,000
			2,500	12,060
Paving block	6	5	15,000	420
			12,500	1,620
			10,000	4,200
			7,500	7,380
			5,000	11,880
			2,500	16,020

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya dapat dibuat grafik perbedaan waktu penurunan genangan pada tutupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* dengan tinggi 5 cm.



Gambar 17. Grafik perbedaan waktu penurunan genangan pada tutupan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* dengan tinggi 5 cm.

Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan genangan pada tutupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* 5 cm, di mana pada tutupan lahan rumput membutuhkan waktu 5,760 detik atau 1 jam 36 menit sedangkan untuk dua jenis tutupan lainya yaitu beton dan *paving block* membutuhkan waktu 12,060 detik dan 16,020 detik atau 3 jam 35 menit dan 4 jam 27 menit, maka perbedaan yang terjadi dalam penurunan genangan pada tutupan lahan yang berbeda. Waktu penurunan genangan tercepat dalam 3 tutupan lahan yang berbeda adalah tutupan lahan rumput yaitu 5,760 detik atau 1 jam 36 menit, sedangkan yang paling lama terjadi pada tutupan lahan *paving block* dengan waktu 16,020 detik atau 4 jam 27 menit.

- i. Hubungan antara waktu dan volume yang menyerap dengan instalasi *drain hole* 10 cm pada tutupan lahan berbeda.

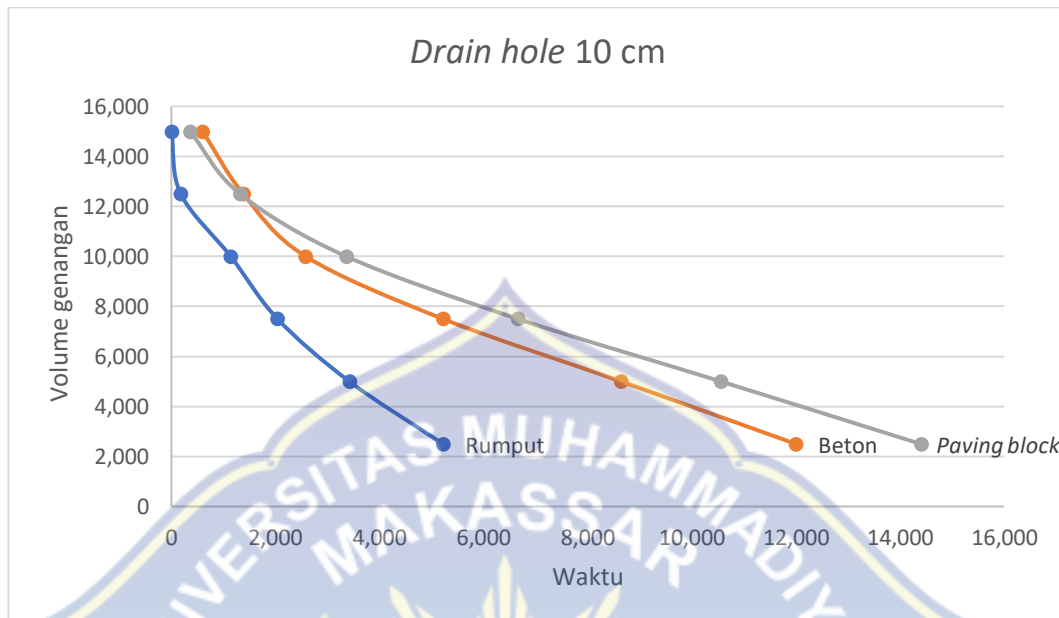
Pada instalasi *drain hole* dengan tinggi 10 cm pada tutupan lahan yang berbeda, perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan genangan dengan volume 15,000 cm³ dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 15. Hasil perhitungan volume genangan dan waktu penurunan genangan dengan instalasi *drain hole* 10 cm pada tutupan lahan berbeda.

Jenis Tutupan Lahan	Tinggi Genangan (cm)	Tinggi Alat (cm)	Jumlah Debit Per 1 cm	Total Waktu Penurunan Per 1 cm (detik)
Rumput	6	10	15,000	0
			12,500	180
			10,000	1,140
			7,500	2,040
			5,000	3,420
			2,500	5,220
Beton	6	10	15,000	600
			12,500	1,380
			10,000	2,580
			7,500	5,220
			5,000	8,640
			2,500	12,000
Paving block	6	10	15,000	360
			12,500	1,320
			10,000	3,360
			7,500	6,660
			5,000	10,560
			2,500	14,400

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya dapat dibuat grafik perbedaan waktu penurunan genangan pada tutupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* dengan tinggi 10 cm.



Gambar 18. Grafik perbedaan waktu penurunan genangan pada tutupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* 10 cm

Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan genangan pada tutupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* 10 cm, di mana pada tutupan lahan rumput membutuhkan waktu 5,220 detik atau 1 jam 27 menit sedangkan untuk dua jenis tutupan lainya yaitu beton dan *paving block* membutuhkan waktu 12,000 detik dan 14,400 detik atau 3 jam 33 menit dan 4 jam menit, maka perbedaan yang terjadi dalam penurunan genangan pada tutupan lahan yang berbeda. Waktu penurunan genangan tercepat dalam 3 tutupan lahan yang berbeda adalah tutupan lahan rumput yaitu 5,220 detik atau 1 jam 27 menit, sedangkan yang paling lama terjadi pada tutupan lahan *paving block* dengan waktu 16,020 detik atau 4 jam.

j. Hubungan antara waktu dan volume yang menyerap dengan instalasi *drain hole* 12 cm pada tutupan lahan berbeda

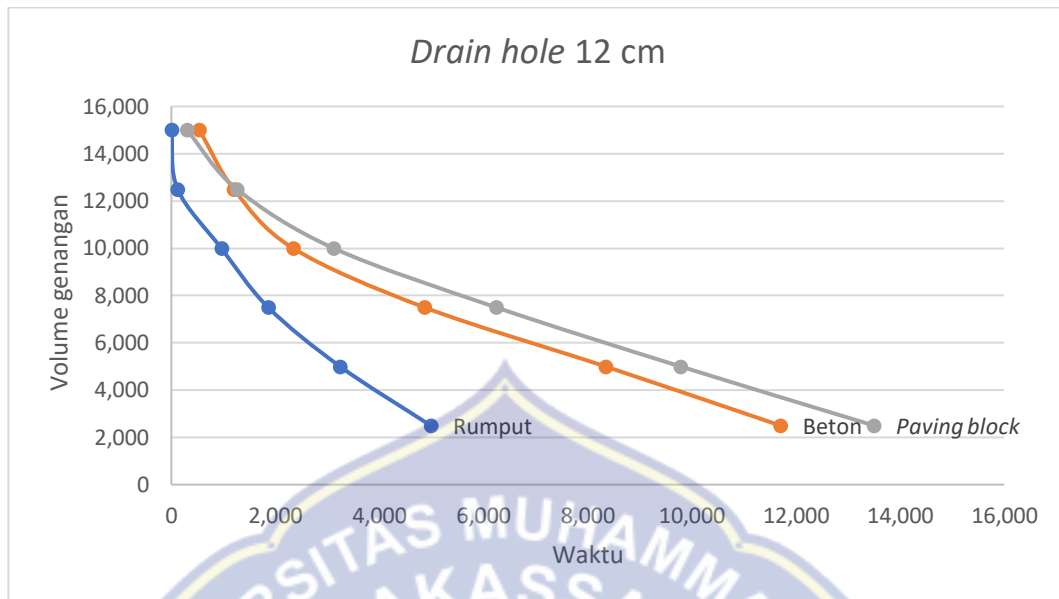
Pada instalasi *drain hole* dengan tinggi 12 cm pada tutupan lahan yang berbeda, perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan genangan dengan volume 15,000 cm³ dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 16. Hasil perhitungan volume genangan dan waktu penurunan genangan dengan instalasi *drain hole* 12 cm pada tutupan lahan berbeda.

Jenis Tutupan Lahan	Tinggi Genangan (cm)	Tinggi Alat (cm)	Jumlah Debit Per 1 cm	Total Waktu Penurunan Per 1 cm (detik)
Rumput	6	12	15,000	0
			12,500	120
			10,000	960
			7,500	1,860
			5,000	3,240
			2,500	4,980
Beton	6	12	15,000	540
			12,500	1,200
			10,000	2,340
			7,500	4,860
			5,000	8,340
			2,500	11,700
Paving block	6	12	15,000	300
			12,500	1,260
			10,000	3,120
			7,500	6,240
			5,000	9,780
			2,500	13,500

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya dapat dibuat grafik perbedaan waktu penurunan genangan pada tutupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* dengan tinggi 12 cm.



Gambar 19. Grafik perbedaan waktu penurunan genangan pada tutupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* 12 cm

Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan genangan pada tutupan lahan yang berbeda dengan instalasi *drain hole* 12 cm, di mana pada tutupan lahan rumput membutuhkan waktu 4,980 detik atau 1 jam 23 menit sedangkan untuk dua jenis tutupan lainya yaitu beton dan *paving block* membutuhkan waktu 11,700 detik dan 13,500 detik atau 3 jam 25 menit dan 4 jam 15 menit, maka perbedaan yang terjadi dalam penurunan genangan pada tutupan lahan yang berbeda. Waktu penurunan genangan tercepat dalam 3 tutupan lahan yang berbeda adalah tutupan lahan rumput yaitu 5,760 detik atau 1 jam 23 menit, sedangkan yang paling lama terjadi pada tutupan lahan *paving block* dengan waktu 16,020 detik atau 4 jam 15 menit.

4. Penurunan genangan sebelum dan setelah instalasi *drain hole*

Penurunan genangan berdasarkan hasil uji laboratorium yang dilakukan dengan 3 jenisutupan lahan yang berbeda dengan variasi tinggi *drain hole* disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 17. Penurunan genangan sebelum dan setelah instalasi *drain hole*.

Tutupan Lahan	Tinggi <i>Drain hole</i>	Genangan		Jumlah Serapan <i>Drain hole</i> (cm ³ /det)
		Tanpa <i>Drain hole</i> (cm ³ /det)	Dengan Dain Hole (cm ³ /det)	
Rumput	5	1.91	2.60	0.69
	10		2.87	0.96
	12		3.01	1.10
<i>Paving Block</i>	5	0.85	0.94	0.09
	10		1.04	0.19
	12		1.11	0.26
Beton	5		1.24	1.24
	10		1.25	1.25
	12		1.28	1.28

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel di atas terdapat perbedaan antara penurunan genangan tanpa adanya *drain hole* dengan setelah adanya *drain hole*. Padautupan lahan rumput, penurunan genangan sebelum adanya *drain hole* adalah sebesar 1.91 cm³/det, sedangkan setelah adanya *drain hole*, penurunan genangan bertambah menjadi 2.60 cm³/det dengan tinggi 5 cm kemudian untuk tinggi *drain hole* 10 dan 12 cm masing-masing 2.87 dan 3.01 cm³/det. Keadaan serupa juga terjadi diutupan lahan *paving block* dan beton, dengan adanya instalasi *drain hole* penurunan genangan juga mengalami perbedaan.

B. Pembahasan

1. Penurunan genangan dengan 3 variasi tinggi *drain hole* pada tutupan lahan yang berbeda

Dari hasil pengamatan dengan menggunakan model box genangan dengan 3 variasi tinggi *drain hole* pada tutupan lahan rumput mengalami peningkatan volume air yang menyerap pada setiap penambahan tinggi *drain hole*, di mana divariasikan tinggi *drain hole* yaitu 5 cm, 10 cm dan 12 cm, pada tinggi *drain hole* 5 cm penurunan genangan yaitu 2.60 cm³/det sedangkan pada tinggi *drain hole* 10 dan 12 masing-masing 2.87 dan 3.01 cm³/det

Kemudian pada tutupan lahan beton juga mengalami peningkatan disetiap penambahan tinggi *drain hole*, di mana, pada tinggi *drain hole* 5 cm penurunan genangan yaitu 1.24 cm³/det, sedangkan untuk tinggi *drain hole* 10 dan 12 yaitu masing-masing 1.25 dan 1.28 cm³/det. Begitupun dengan tutupan lahan *paving block* juga mengalami peningkatan disetiap penambahan tinggi *drain hole* di mana dengan penurunan genangan 0,94 pada tinggi 5 cm sedangkan 1.04 dan 1.11 cm³/det pada tinggi *drain hole* 10 dan 12 cm.

2. Waktu dan volume yang menyerap kedalam tanah

Dari hasil pengamatan melalui uji laboratorium menggunakan model box genangan dengan 3 variasi tinggi *drain hole* yaitu 5 cm, 10 cm dan 12 cm mengalami penurunan waktu yang dibutuhkan dalam

penurunkan pada tutupan lahan yang berbeda, di mana total genangan sebanyak 15,000 cm³.

Pada tutupan lahan rumput dengan 3 variasi tinggi *drain hole* waktu yang dibutuhkan dalam penyerapan genangan sebanyak 15,000 cm³, di mana pada tinggi *drain hole* 5 cm waktu yang dibutuhkan yaitu 5,760 detik sedangkan pada tinggi *drain hole* 10 dan 12 masing-masing 5,220 detik dan 4,980 detik.

Pengamatan pada tutupan lahan beton juga terjadi penurunan waktu pada setiap perbedaan tinggi *drain hole* di mana, tinggi *drain hole* 5 cm pada beton waktu yang dibutuhkan adalah 12,060 detik sedangkan untuk tinggi *drain hole* 10 dan 12 yaitu 12,000 dan 11,700 detik.

Kemudian untuk tutupan lahan paving block dengan total genangan 15,000 cm³ pada tinggi *drain hole* 5 cm waktu yang dibutuhkan adalah 16,020 detik dan untuk tinggi *drain hole* 10 dan 12 cm masing-masing waktu yang dibutuhkan adalah 14,400 dan 13,500 detik

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahwa penggunaan *drain hole* sangat berpengaruh dalam menurunkan air genangan ke dalam tanah sehingga didapatkan kesimpulan bahwa total debit yang bisa diserapkan *drain hole* pada tutupan lahan rumput sebanyak 0.92 cm³/det, sedangkan pada tutupan lahan *paving block*, dan tutupan lahan beton maka total debit yang diserapkan masing-masing sebanyak 0.18 cm³/det, dan 1.28 cm³/det.
2. Makin tinggi *drain hole* yang digunakan maka volume air yang bisa diserapkan makin banyak.

B. Saran

Dari penelitian ini, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Alat *drain hole* perlu dibuat dengan skala panjang yang lebih besar variasinya.
2. Meneliti dengan jenis lapisan tanah yang lebih bervariasi, baik teksturnya maupun konsistensinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1982. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB, Bogor.
- Asdak, Chay. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai*: Edisi Revisi Kelima. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
- Atterberg, A.(1911), *uber die Physikalise Bodenuntersuchung und uber die plastizitatder Tone*, *Int. Mitt. Boden*, Vol.1.
- Bowles, Joseph E. Johan K. Helnim. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*. PT. Erlangga. Jakarta. (Hal. 6)
- Cahyadi, T. A., Widodo, L. E., & Syihab, Z. 2016. *Air tanah Pada Media Permeabilitas Yang Berbeda (Studi Kasus Drain Media Permeabilitas Yang Berbeda (Studi Kasus Model Konseptual) Conceptual Model of Groundwater Depressurization in Different Permeability Caused by Drain Hole Instalation*.
- Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I* . PT. Erlangga. Jakarta. (Hal. 5)
- Hardiyatmo, H. C. 1992. *Mekanika Tanah*. Gramedia Pustaka Umum. Jilid I Jakarta.
- Haridjaja, O., K. Murtalaksono., Sudirman., dan L. M. Rachman. 1991. *Hidrologi Pertanian*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Jury, WA, dan Horton, R. 2004. *Soil Physics*. John Willey & Sons. New Jersey.
- Kusnaedi. 2000. *Sumur Resapan Untuk Permukiman Perkotaan Dan Pedesaan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Leech S., McGann, 2007. Open pit slope depressurization using horizontal drains – a Case Study Newmont,
https://www.imwa.info/docs/imwa_2008/IMWA2008_035_Leech.pdf.
Diunduh pada tanggal 16 Juli 2014.

- Linsley, R.K., dan Joseph, B.F. 1994. *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Mawardi, M., 2012. *Rekayasa Konservasi Tanah dan Air*. Bursa Ilmu.Yogyakarta.
- Nawawi, Lusmeilia Afriani, Iswan. 2017. *Studi Analisis Penurunan Tanah Lempung Lunak dan Tanah Lempung Organik Menggunakan Pemodelan Matras Beton Bambu*. 5(3), 1–16.
- Panguriseng, Darwis., 2018. *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Pena Indis.
- Raudkivi, A.J. 1979. *HYDROLOGY : An Advanced Introduction to Hydrological Processes and Modelling*. British Library Catalog.
- Read J., Stacey P., 2009. *Guidelines for Open Pit Slope Design*, CRC Pres, Balkema, Natherland.
- Rifai, A. P. 2015. *Desain Dan Eksperimentasi Perancangan Sumur Resapan Air Hujan Berdasarkan Hasil Uji Permeabilitas Lapangan*. Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain, 3(1):27–36.
- Saleh, C. 2017. *Kajian Penanggulangan Limpasan Permukaan Dengan Menggunakan Sumur Resapan (Studi Kasus Di Di Daerah Perumnas Made Kabupaten Lamongan)*. Jurnal Media Teknik Sipil, 9(2). <https://doi.org/10.22219/jmts.v9i2.1195>
- Sosrodarsono Suyono, Kensaku Takeda, 1978. *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sukaresmi, D. I. D., Megamendung, K., & Bogor, K. 2011. *Pada Penggunaan Lahan Pertanian Dan Pemukiman Mawar Kusumawardani Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan*.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang., 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang., 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta



LAMPIRAN

yang berbeda tanpa instalasi *drain hole*



LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Tabel Pengamatan

[illegible]

Lampiran 2. Data pengamatan penurunan genangan pada tutupan lahan rumput
dengan variasi tinggi *drain hole*



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Tabel Pengamatan

Jenis Tutupan	Tinggi drain hole	Debit genangan	Menit ke	Waktu (t)	Penurunan (cm)	Penurunan genangan cm ³ /det
		per 1 cm		menit		
Rumput	5	2500	0	0	1	2500.0
		2500	7	7	1	357.1
		2500	24	17	1	147.1
		2500	50	26	1	96.2
		2500	73	23	1	108.7
		2500	96	23	1	108.7
	10	2500	0	0	1	2500.0
		2500	3	3	1	833.3
		2500	19	16	1	156.3
		2500	34	15	1	166.7
		2500	57	23	1	108.7
		2500	87	30	1	83.3
	12	2500	0	0	1	2500.0
		2500	2	2	1	1250.0
		2500	16	14	1	178.6
		2500	31	15	1	166.7
		2500	54	23	1	108.7
		2500	83	29	1	86.2

Lampiran 3. Data pengamatan penurunan genangan pada tutupan lahan beton
dengan variasi tinggi *drain hole*



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Tabel Pengamatan

Jenis Tutupan	Tinggi drain hole	Debit genangan	Menit ke	Waktu (t)	Penurunan (cm)	Penurunan genangan cm ³ /det
		per 1 cm		menit		
Beton	5	2500	13	13	1	192.3
		2500	26	13	1	192.3
		2500	52	26	1	96.2
		2500	93	41	1	61.0
		2500	150	57	1	43.9
		2500	201	51	1	49.0
	10	2500	10	10	1	250.0
		2500	23	13	1	192.3
		2500	43	20	1	125.0
		2500	87	44	1	56.8
		2500	144	57	1	43.9
		2500	200	56	1	44.6
	12	2500	9	9	1	277.8
		2500	20	11	1	227.3
		2500	39	19	1	131.6
		2500	81	42	1	59.5
		2500	139	58	1	43.1
		2500	195	56	1	44.6

Lampiran 4. Data pengamatan penurunan genangan pada tutupan lahan *Paving*

block dengan variasi tinggi drain hole



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Tabel Pengamatan

Jenis Tutupan	Tinggi drain hole	Debit genangan	Menit ke	Waktu (t)	Penurunan	Penurunan genangan
		per 1 cm		menit	(cm)	cm ³ /det
<i>Paving block</i>	5	2500	7	7	1	357.1
		2500	27	20	1	125.0
		2500	70	43	1	58.1
		2500	123	53	1	47.2
		2500	198	75	1	33.3
		2500	267	69	1	36.2
	10	2500	6	6	1	416.7
		2500	22	16	1	156.3
		2500	56	34	1	73.5
		2500	111	55	1	45.5
		2500	176	65	1	38.5
		2500	240	64	1	39.1
	12	2500	5	0	1	2500.0
		2500	21	16	1	156.3
		2500	52	31	1	80.6
		2500	104	52	1	48.1
		2500	163	59	1	42.4
		2500	225	62	1	40.3



DOKUMENTASI



Gambar. 20 Persiapan Alat



Gambar. 21 Pengisian tanah Kedalam Alat



Gambar. 22 Pemadatan Tanah





Gambar. 23 Pemasangan Media Tutupan



Gambar. 24 Pengisian Air Kedalam Alat