

**PENENTUAN LIMPASAN PERMUKAAN PADA TANAH
BERVEGETASI DENGAN VARIASI INTENSITAS HUJAN
DAN KEMIRINGAN MENGGUNAKAN RAINFALL
SIMULATOR**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh Gelar Diploma Tiga (D-III)
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang**

Oleh

SURYADI
312 10 027

DONY PALADAN
312 10 040

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2013**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir dengan judul “Penentuan Limpasan Permukaan Pada Tanah Bervegetasi Dengan Variasi Intensitas Hujan Dan Kemiringan Menggunakan Rainfall Simulator” oleh Suryadi (312 10 027) dan Dony Paladan (312 10 040) telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konstruksi Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 10 Desember 2013

Mengesahkan,

Pembimbing I,



Kushari, S.T., M.T.

19640621 199003 1 004

Pembimbing II,



Zulvyah Faisal, S.T., M.T.

19761129 200912 2 001

Mengetahui,

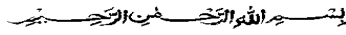


Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Andi Erdiansa, MT.

19620926 199003 1 001

KATA PENGANTAR



Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang diberikan selama ini , sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Laporan ini penulis susun berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Pengujian Tanah dan Laboratorium Hidraulika Politeknik Negeri Ujung Pandang, kota Makassar, Sulawesi Selatan, dengan judul tugas akhir:

”Penentuan Limpasan Permukaan Pada Tanah Bervegetasi dengan Variasi Intensitas Hujan dan Kemiringan Menggunakan Rainfall Simulator”

Penulisan tugas akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan program Diploma III Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi penyempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Dan juga dalam penyusunan laporan ini, penulis mendapat bimbingan, bantuan, maupun dukungan dari berbagai pihak. Oleh karenanya melalui kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu mendoakan, memberi kasih sayang, pengertian dan perhatian serta dorongan, baik berupa moril maupun materi.

2. Bapak Dr. Pirman, Msi. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Ir. Andi Erdiansa, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Hj.Nursamiah, ST.MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Konstruksi Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang .
5. Bapak Kushari, ST. MT., sebagai Pembimbing I penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
6. Ibu Zulvyah Faisal, ST. MT., sebagai Pembimbing II penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh Staf dan Karyawan Politeknik Negeri Ujung Pandang yang bersedia meluangkan waktunya.
8. Saudara – saudara Penulis atas semua doa dan dorongan semangat.
9. Rekan – rekan Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil yang telah banyak memberikan bantuan kepada Penulis berupa semangat, tenaga dan motivasi.
10. Seluruh saudara/saudari seperjuangan kami angkatan 2010.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya dalam dunia pendidikan Teknik Sipil.

Makassar, 16 Oktober 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Limpasan Permukaan	5
B. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Limpasan Permukaan	8
1. Elemen Metereologi	8
2. Elemen Daerah pengaliran	11

C. Pendugaan Limpasan Permukaan	12
D. Tanah dan Pemadatan Tanah	21
1). Tanah	21
2). Pemadatan Tanah	23
E. Hidrograf	24
F. Rainfall Simullator	26
 III. METODE PENELITIAN	 26
A. Tempat dan Waktu Penelitian	26
B. Alat dan Bahan Penelitian	26
C. Pelaksanaan Pengukuran Kemiringan di Lapangan	29
D. Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium	30
E. Data dan Sumber Data	32
F. Prosedur Penelitian	33
 IV. Hasil Dan Pembahasan	 35
A. Hasil Pemeriksaan Tanah	35
B. Hasil Pengujian Intensitas Hujan	35
C. Hasil dan Pembahasan Aliran Permukaan	37
1. Pengukuran Limpasan Permukaan	37
2. Pengukuran laju limpasan permukaan dengan metode Rasional	37
3. Pengaruh Intensitas Hujan Terhadap Jumlah Limpasan Permukaan	 39

4. Pengaruh Kemiringan Terhadap Jumlah	
Limpasan Permukaan	40
5. Perbandingan jumlah limpasan hasil penelitian dengan	
metode Rasional	42
D. Penggambaran Hidrograf dan Memprediksi Hasil	
Aliran Permukaan	43
1. Penggambaran Hidrograf	43
2. Pendugaan Hasil Limpasan Permukaan	49
V. Kesimpulan dan Saran	54
A. Kesimpulan	54
B. Saran-saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Limpasan permukaan	6
Gambar 2.2 Hidrograf	24
Gambar 2.3 Pembentukan hidrograf dengan unit hidrograf	24
Gambar 2.4 Rangkaian alat rainfall Simulator	25
Gambar 3.1 Rainfall Simulator	27
Gambar 3.2 Alat pengatur kemiringan	28
Gambar 3.3 Bagan alir penelitian	34
Gambar 4.1 Grafik jumlah aliran permukaan dengan variasi intensitas pada kemiringan 10°, 20°, 30°	39
Gambar 4.2 Grafik jumlah aliran permukaan dengan variasi kemiringan pada I40, I60, I110	41
Gambar 4.3 Grafik hidrograf pada I40 dan kemiringan 10°	44
Gambar 4.4 Grafik hidrograf pada I40 dan kemiringan 20°	44
Gambar 4.5 Grafik hidrograf pada I40 dan kemiringan 30°	45
Gambar 4.6 Grafik hidrograf pada I60 dan kemiringan 10°	45
Gambar 4.7 Grafik hidrograf pada I60 dan kemiringan 20°	46
Gambar 4.8 Grafik hidrograf pada I60 dan kemiringan 30°	46
Gambar 4.9 Grafik hidrograf pada I110 dan kemiringan 10°	47
Gambar 4.10 Grafik hidrograf pada I110 dan kemiringan 20°	47
Gambar 4.11 Grafik hidrograf pada I110 dan kemiringan 30°	48

Gambar 4.12	Grafik regresi jumlah limpasan pada kemiringan 10°	50
Gambar 4.13	Grafik regresi jumlah limpasan pada kemiringan 20°	50
Gambar 4.14	Grafik regresi jumlah limpasan pada kemiringan 30°	51

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1	Keadaan dan intensitas curah hujan	8
Tabel 2.2	Hubungan kelas relief	11
Tabel 2.3	Nilai koefisien limpasan permukaan (C) dari berbagai Tipe penutup tanah dengan topografi dan tekstur tanah yang berbeda	13
Tabel 2.4	Karakteristik areal tangkapan (CC)	14
Tabel 2.5	Limpasan permukaan dari suatu areal tangkapan	16
Tabel 2.6	Bilangan kurva limpasan permukaan (CN) untuk kondisi hujan awal	17
Tabel 2.7	Sistem klasifikasi USCS	21
Tabel 4.1	Hasil pemeriksaan tanah	35
Tabel 4.2	Hasil pengukuran intensitas hujan buatan	36
Tabel 4.3	Hasil pengukuran limpasan permukaan	37
Tabel 4.4	Hasil limpasan dengan metode Rasional	38
Tabel 4.3	Penentuan limpasan permukaan (ml)	53

DAFTAR LAMPIRAN

halaman

Lamp. 1.	Data pengujian lab. tanah
Lamp. 2.	Data pengujian intensitas hujan
Lamp. 3.	Data pengukuran limpasan permukaan
Lamp. 4.	Data pengukuran kemiringan lapangan
Lamp. 5.	Rekapitulasi hasil perhitungan lab. Pengujian tanah
Lamp. 6.	Hasil perhitungan pengujian intensitas hujan buatan
Lamp. 7.	Hasil pengukuran kemiringan lapangan
Lamp. 8.	Dokumentasi kegiatan penelitian
Lamp. 9.	Lembar asistensi dan Lembar revisi

ABSTRAK

Suryadi dan Dony Paladan, “Penentuan Limpasan Permukaan Pada Tanah Bervegetasi dengan Variasi Intensitas Hujan dan Kemiringan Menggunakan Rainfall Simulator” (Kushari, S.T., M.T. dan Zulvyah Faisal, ST., MT.).

Limpasan permukaan adalah air yang mencapai sungai tanpa mencapai permukaan air tanah, yakni curah hujan yang dikurangi sebagian dari besarnya infiltrasi. Limpasan permukaan berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui infiltrasi air ke dalam tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan intensitas hujan dan kemiringan terhadap limpasan permukaan, serta menggambarkan hidrograf aliran permukaan yang terjadi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas hujan dan kemiringan berpengaruh terhadap volume limpasan permukaan (aliran permukaan), atau secara umum intensitas hujan dan kemiringan berbanding lurus terhadap jumlah aliran permukaan. Besar limpasan yang terjadi berdasarkan penelitian untuk variasi kemiringan lereng 10° , 20° , dan 30° , pada I40 terjadi limpasan permukaan masing-masing sebesar 155 ml, 208 ml dan 231 ml atau mengalami peningkatan masing-masing sebesar 53 ml dan 23 ml. Kemudian untuk I60, besarnya limpasan permukaan adalah 161 ml, 212 ml dan 243 ml atau masing-masing meningkat sebesar 51 ml dan 31 ml. Sedangkan pada I110, besarnya limpasan permukaan adalah 165 ml, 236 ml dan 257 ml atau terjadi peningkatan masing-masing sebesar 71 ml dan 21 ml.

Kata kunci: *Limpasan permukaan, intensitas hujan, kemiringan.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Proses hidrologi pada tanah dan air, sebagai aspek fundamental yang dimiliki oleh manusia, merupakan proses yang harus dipahami dengan jelas untuk mendukung pemanfaatan dan pelestarian yang optimal. Salah satu bagian dari proses tersebut adalah proses pelimpasan air permukaan (*surface water runoff process*).

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. Limpasan permukaan, selain memiliki aspek yang menguntungkan, dapat menimbulkan berbagai kerugian seperti kehilangan tanah, kehilangan air dan pengendapan. Limpasan permukaan yang terjadi di hulu menyebabkan pengikisan dan pengangkutan lapisan atas tanah serta terjadinya kekurangan air terutama di musim kemarau, sedangkan di daerah hilir, menyebabkan pengendapan pada sumber-sumber air danau atau bendungan sehingga terjadi pendangkalan pada tempat-tempat tertentu. Limpasan permukaan yang terjadi dalam jumlah besar juga dapat mengakibatkan pengurangan umur efektif waduk akibat pengendapan material.

Limpasan permukaan disuplai oleh curah hujan dan dihabiskan oleh infiltrasi. Sebagai akibat dari variasi-variasi faktor ini, ditambah dengan kekasaran dan unsur-unsur topografi, aliran permukaan mempunyai bentuk yang berubah-ubah dan tak tunak (*unsteady*). Untuk mengetahui limpasan permukaan dapat digunakan metode analitis, grafis, lapangan dan laboratorium.

Pada studi limpasan permukaan dalam tulisan ini digunakan metode laboratorium dengan penggunaan alat Rainfall Simulator. Alat ini mempunyai kemampuan untuk menghasilkan data berupa data debit, tinggi muka air tiap titik tinjauan, besarnya limpasan permukaan yang terjadi, erosi, intensitas hujan, besarnya infiltrasi yang terjadi, dan data air tanah (*ground water*). Dengan kemampuan menghasilkan data seperti itu dapat diketahui besarnya limpasan permukaan yang terjadi yang menggambarkan variasi debit atau permukaan air menurut waktu yang biasa dikenal dengan hidrograf.

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut di atas, penulis memandang bahwa perlu untuk membahasnya kedalam suatu rencana penulisan Tugas Akhir dengan judul :

Penentuan Limpasan Permukaan Pada Tanah Bervegetasi dengan Variasi Intensitas Hujan dan Kemiringan Menggunakan Rainfall Simulator.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh limpasan permukaan terhadap variasi intensitas hujan I40 mm/jam, I60 mm/jam, dan I110 mm/jam.
2. Bagaimana pengaruh limpasan permukaan terhadap variasi kemiringan 10°, 20°, dan 30°.
3. Bagaimana tinjauan hidrograf akibat limpasan permukaan.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengidentifikasi limpasan permukaan terhadap variasi intensitas hujan I40 mm/jam, I60 mm/jam, dan I110 mm/jam.
2. Untuk mengidentifikasi limpasan permukaan terhadap variasi kemiringan 10°, 20°, dan 30°.
3. Untuk menggambarkan hidrograf yang terjadi.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan upaya pemanfaatan proses limpasan permukaan secara optimal, sebagai perbandingan terhadap teori-teori yang ada dan kondisi yang ada di lapangan dan sebagai acuan atau referensi bagi mahasiswa yang ingin melakukan pengujian dengan menggunakan alat *rainfall simulator*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Limpasan Permukaan

Pengertian Limpasan Permukaan di dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *run off* yang berarti bagian air hujan yang mengalir ke sungai atau saluran, danau atau laut berupa aliran di atas permukaan atau aliran di bawah permukaan. Akan tetapi di dalam hidrologi istilah *run off* dipergunakan untuk aliran di permukaan bumi bukan aliran di bawah permukaan. Dalam pengertian ini *run off* dapat berarti aliran di atas permukaan tanah sebelum air itu sampai ke dalam saluran atau sungai, dan aliran air di dalam sungai, sehingga limpasan permukaan didefinisikan air yang jatuh langsung (hujan) di permukaan bumi. Bagian dari air tersebut yang sampai ke permukaan akan mengalir di permukaan atau masuk dalam tanah. Air permukaan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau dan lautan (Asdak, 2004)

Limpasan permukaan (*surface runoff*) yang merupakan air hujan yang mengalir dalam bentuk lapisan tipis di atas permukaan lahan akan masuk ke parit-parit dan selokan-selokan yang kemudian bergabung menjadi anak sungai dan akhirnya menjadi aliran sungai (Bambang Triatmodjo, 2010).

Limpasan permukaan adalah air yang mencapai sungai tanpa mencapai permukaan air tanah, yakni curah hujan yang dikurangi sebagian dari besarnya infiltrasi. Limpasan permukaan berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui infiltrasi air ke dalam tanah, jumlah air yang menjadi limpasan ini sangat

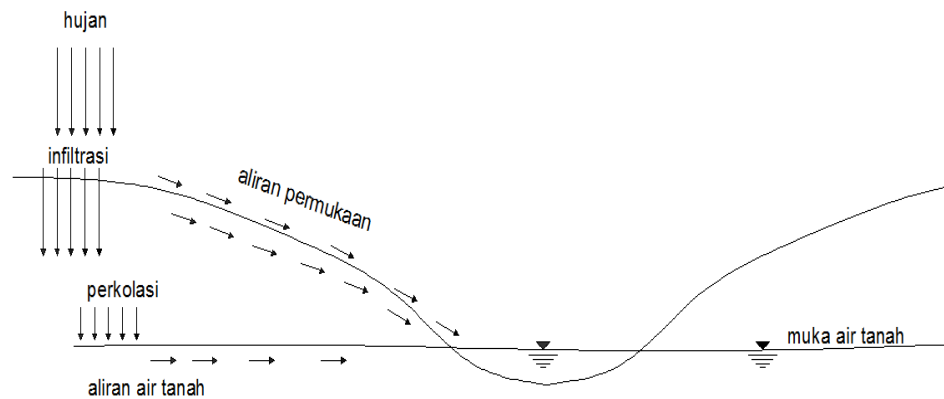
bergantung kepada jumlah air hujan persatuan waktu (intensitas), keadaan penutup tanah, topografi (terutama kemiringan lereng), jenis tanah dan ada atau tidaknya hujan yang terjadi sebelumnya (kadar air tanah sebelum terjadinya hujan). Debit air limpasan adalah volume air hujan per satuan waktu yang tidak mengalami infiltrasi sehingga harus dialirkan melalui saluran drainase (pk2009.hostoi.com).

Dalam suatu daerah tangkapan dimana permukaan tanahnya merupakan tanah yang kedap air, dapat memperbesar terjadinya aliran permukaan disebabkan infiltrasi air kedalam tanah terhalang. Namun, secara alami faktor yang berpengaruh untuk memperkecil terjadinya aliran permukaan adalah: diintersepsi oleh vegetasi, terinfiltrasi kedalam tanah dan sebagian hilang dalam bentuk evaporasi. Secara alami, hujan yang jatuh pada areal hutan tidak akan menghasilkan aliran permukaan yang banyak, dalam arti kata masih masih bisa ditampung baik oleh depresi alami maupun sungai-sungai yang ada di areal tersebut.

Aliran permukaan akan terjadi hanya jika intensitas hujan lebih tinggi dari laju infiltrasi, dan kapasitas depresi sudah terisi. Setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan-cekungan di permukaan tanah. Begitu cekung-cekungan terisi, aliran permukaan mulai terjadi (suripin, 2004).

Jika intensitas hujan lebih rendah dari kapasitas infiltrasi konstan, semua hujan yang mencapai permukaan bumi akan terinfiltrasi. Jika intensitas hujan lebih besar dari kapasitas infiltrasi konstan tetapi lebih kecil dari kapasitas infiltrasi awal, pada saat mulai hujan semua air akan terinfiltrasi, tetapi setelah

laju infiltrasi turun di bawah intensitas hujan, sisa air hujan akan tetap diatas permukaan tanah. Akibatnya apabila hujan semakin lebat atau berlangsung lebih lama maka akan terbentuklah limpasan permukaan dengan jumlah dan kecepatan tertentu.



Gambar 2.1 Limpasan permukaan

Sifat-sifat aliran permukaan :

- a. Jumlah aliran permukaan, yaitu jumlah air yang mengalir dipermukaan tanah untuk suatu masa hujan atau masa tertentu dinyatakan dalam tinggi air (mm atau cm) atau volume air (meter kubik).
- b. Laju aliran permukaan, yaitu jumlah atau volume air yang mengalir melalui suatu titik per detik atau per jam, dinyatakan dalam m^3 per detik atau m^3 per jam. Laju aliran permukaan dikenal juga dengan istilah debit. Besarnya debit ditentukan oleh luas penampang air dan kecepatan alirannya.
- c. Kecepatan aliran, kecepatan aliran permukaan dipengaruhi oleh dalamnya aliran atau radius hidrolis, kekerasan permukaan dan kecuraman lereng.

- d. Komposisi aliran permukaan, air aliran permukaan mengandung bahan-bahan padat yang tersuspensi dan bahan kasar.

B. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Limpasan Permukaan

Faktor-faktor yang mempengaruhi aliran permukaan dibagi dalam dua kelompok, yakni elemen-elemen meteorologi yang diwakili oleh curah hujan dan elemen-elemen daerah pengaliran yang menyatakan sifat-sifat fisik daerah pengaliran.

1. Elemen-elemen meteorologi

Elemen-elemen meteorologi yang diwakili oleh curah hujan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1.1 Jenis Presipitasi

Pengaruhnya terhadap aliran permukaan sangat berbeda, yang tergantung pada jenis presipitasinya : hujan atau salju. Jika hujan maka pengaruhnya adalah langsung dan hidrograf sangat tergantung pada karakteristik curah hujan, sedangkan salju tidak langsung karena masih ada proses untuk menjadi cair.

1.2 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan sangat menentukan didalam perhitungan limpasan permukaan, yang besarnya dapat diperoleh dari pengamatan di lapangan. Besarnya intensitas hujan akan tergantung pada lebat dan lamanya hujan serta frekuensi hujan dengan membandingkan antara tinggi hujan dengan

lamanya hujan dalam satuan mm/jam. Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Hujan yang meliputi daerah luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang.

Pengaruh intensitas curah hujan pada aliran permukaan tergantung dari kapasitas infiltrasi. Jika intensitas curah hujan melampaui kapasitas infiltrasi, maka besarnya aliran permukaan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujan.

Tabel 2.1 Keadaan dan intensitas curah hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm)	
	1 Jam	24 Jam
Hujan sangat ringan	< 1	< 5
Hujan ringan	1 – 5	5 - 20
Hujan normal	5 – 10	20 – 50
Hujan lebat	10 – 20	50 – 100
Hujan sangat lebat	>20	>100

Sumber: Bambang Triatmodjo (2010)

Dalam penelitian ini menggunakan simulator hujan, dengan persamaan yang digunakan untuk menghitung intensitas hujan sebagai berikut :

$$I = \frac{V}{At} \times 600 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

V = volume air dalam kontainer (ml)

A = luas permukaan kontainer (cm²)

t = waktu (menit)

Untuk nilai keseragaman, digunakan persamaan berikut :

$$C_u = 100 \left(1 - \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n \cdot s} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

1.3 Lamanya Curah Hujan

Lamanya curah hujan dalam suatu periode, ada kemungkinan tidak terjadi aliran permukaan jika intensitasnya rendah. Demikian juga halnya hujan dengan intensitas yang besar tetapi terjadi pada periode yang sangat singkat dapat terjadi sedikit aliran permukaan. Aliran permukaan, baru akan terjadi apabila curah hujan berlangsung lama dengan intensitas yang tinggi.

1.4 Distribusi Curah Hujan Dalam Daerah Pengaliran

Faktor ini mempengaruhi hubungan waktu antara hujan dan daerah pengaliran. Suatu volume hujan tertentu yang tersebar merata di seluruh daerah aliran, intensitasnya akan berkurang apabila curah hujan jatuh sebagian saja dari daerah aliran, dan menyebabkan terjadinya aliran permukaan lebih lambat.

1.5 Curah Hujan Terdahulu dan kelembaban Tanah

Jika kadatr kelembaban lapisan tanah teratas tiu tinggi, maka akan mudah terjadi aliran permukaan karena kapasitas infiltrasi yang kecil. Demikian

juga sebaliknya jika kelembaban tanah itu menurun maka kapasitas infiltrasi semakin besar dan dapat memperbesar terjadinya aliran tanah. Selama periode penurunan kelembaban tanah oleh evapotranspirasi, makam curah hujan yang lebat tidak akan mengakibatkan kenaikan permukaan air tanah, karena air hujan yangh menginfiltrasi itu tertahan sebagai kelembaban tanah. Sebaliknya, kelembaban tanah itu sudah meningkat karena curah hujan terdahulu yang cukup besar, maka curah hujan dengan intensitas yang kecil dapat mengakibatkan kenaikan permukaan air tanah yang besar dan akhirnya dapat memperbesar terjadinya aliran permukaan.

2. Elemen Daerah Pengaliran

2.1 Kondisi Penggunaan Lahan

Aliran permukaan sangat dipengaruhi oleh kondisi penggunaan tanah dalam daerah pengaliran. Daerah hutan yang ditutupi tumbuh-tumbuhan yang lebat adalah sulit terjadi aliran permukaan karena besarnya intersepsi, evaporasi, transpirasi, infiltrasi dan perkolasi. Jika daerah hutan ini dijadikan daerah pembangunan dan dikosongkan (hutannya ditebang), maka kesempatan untuk infiltrasi semakin kecil sehingga dapat memperbesar terjadinya aliran permukaan.

2.2 Luas Daerah Pengaliran

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

2.3 Topografi

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

Tabel 2.2 Hubungan kelas relief - kemiringan lereng dan perbedaan ketinggian.

KELAS RELIEF	KEMIRINGAN LERENG (%)	PERBEDAAN KETINGGIAN (m)
Datar - Hampir datar	0 - 2	< 5
Berombak	3 - 7	5 - 50
Berombak - Bergelombang	8 - 13	25 - 75
Bergelombang - Berbukit	14 - 20	75 - 200
Berbukit - Pegunungan	21 - 55	200 - 500
Pegunungan curam	55 - 140	500 - 1.000
pegunungan sangat curam	> 140	> 1.000

sumber: wordpress.com (Van Zuidam,1985)

C. Pendugaan Limpasan Permukaan

Pendugaan limpasan permukaan bergantung pada tiga hal. Pertama, bergantung kepada berapa jumlah maksimum curah hujan per satuan waktu (intensitas maksimum). Kedua, bergantung kepada berapa dari curah hujan tersebut menjadi limpasan permukaan (nilai faktor limpasan permukaan). Besarnya nilai faktor ini selain bergantung kepada topografi terutama kemiringan lereng dan tekstur tanah, juga bergantung kepada tipe penutupan tanah serta pengelolaannya. Selain itu debit limpasan permukaan ditentukan oleh faktor ketiga yakni luas areal tangkapan (catchment area).

Dalam pendugaan laju puncak limpasan permukaan setidaknya empat metode yang umum digunakan. Pertama adalah metode Rational, metode Cook, metode US-SCS, dan metode pengukuran langsung.

Metode Rational

Untuk menduga besarnya laju maksimum limpasan permukaan, maka kita perlu menggunakan rumus berikut yakni :

$$Q \text{ (m}^3\text{/dt)} = 1/360 \times C \times I \times A \text{(2.3)}$$

Dimana : C = koefisien limpasan permukaan

I = intensitas maksimum (mm/jam)

A = luas areal dalam ha

Koefisien tersebut merupakan kombinasi tiga faktor yaitu topografi datar, bergelombang, dan berbukit; dua kategori tata guna lahan dan tiga tekstur tanah. Variabel lainnya diabaikan. Untuk lahan dengan kondisi areal tangkapan yang

berbeda maka nilai C secara keseluruhan merupakan nilai rerata dari nilai C pada masing-masing luasan.

Tabel 2.3 Nilai koefisien limpasan permukaan (C) dari berbagai tipe penutup tanah dengan topografi dan tekstur tanah yang berbeda

Tipe penutup tanah dan topografi	Tekstur Tanah		
	Pasir dan Pasir Berlempung	Liat dan lempung Berdebu	Liat berat
Hutan			
Datar, 0-5%	0,10	0,30	0,40
Bergelombang, 5-10%	0,25	0,35	0,50
Berbukit, 10-30%	0,30	0,50	0,60
Padang Rumput			
Datar, 0-5%	0,10	0,30	0,40
Bergelombang, 5-10%	0,16	0,36	0,55
Berbukit, 10-30%	0,22	0,42	0,60
Lahan Usaha			
Datar, 0-5%	0,30	0,50	0,60
Bergelombang, 5-10%	0,40	0,60	0,70
Berbukit, 10-30%	0,52	0,72	0,82
Daerah urban	30% area kedap air	50% area kedap air	70% area kedap air
Datar, 0-5%	0,40	0,55	0,65
Bergelombang, 5-10%		0,65	0,80

Sumber: Supli Effendi Rahim, 2003

Nilai C ini akan digunakan untuk seluruh areal tangkapan. Keuntungan dari metode ini adalah metode ini sederhana dan mudah.

Setelah kita mengetahui masing-masing nilai C, I, dan A, maka nilai Q dengan mudah dapat dihitung. Hal yang menguntungkan dalam penggunaan rumus ini adalah kenyataan bahwa rumus ini dapat digunakan untuk memberikan suatu estimasi laju limpasan permukaan walaupun informasi yang tersedia hanya

sedikit. Metode Rasional dikembangkan dari asumsi bahwa hujan terjadi pada intensitas yang seragam dengan lama sama dengan waktu pengumpulan air pada daerah tersebut dan hujan yang terjadi pada intensitas yang seragam di seluruh daerah.

Metode Cook

Metode ini diambil dari nama seorang insiyur yang bekerja di Biro Pelayanan Konservasi Tanah Amerika Serikat yang pertama kali mengembangkan rumus ini.

Dalam metode ini dipertimbangkan empat karakter meliputi topografi, infiltrasi tanah, penutupan tanah, dan penyimpanan air pada permukaan. Untuk kondisi Asia belum pernah dilakukan modifikasi. Tetapi Hudson (1986) telah membuat suatu modifikasi untuk kondisi Afrika yang diharapkan juga cocok untuk kondisi Asia termasuk negara kita. Karena penyimpanan air pada permukaan tidak mempunyai efek yang nyata terhadap laju maksimum limpasan permukaan, maka hanya tiga kombinasi yang digunakan. Adapun karakteristik areal tangkapan dari ketiga faktor di adalah sebagai berikut pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Karakteristik areal tangkapan (CC)

Penutup Tanah	Tipe Tanah dan Drainase		Kemiringan Lereng	
Rumput lebat 10	tanah dalam , drainase baik	10	sangat datar	5
Semak/rumput 15	tanah dalam , drainase agak baik	10	sampai landai	
Sedang			agak landai	10
Lahan Usaha 20	tanah dengan permeabilitas dan	25	bergelombang	15
	kedalaman sedang			
Tanah gundul 25	tanah dangkal, drainase terhambat	30	berbukit atau	20
atau tererosi	Curam			
	liat berat kedalaman sedang atau	40	bergunung	25
	berbatu			

	Tanah-tanah dengan permukaan kedap air dan banjir	50
--	--	----

Sumber : Supli Effendi Rahim, 2003 (Hudson, 1986)

Metode ini sangat sederhana dan mudah diaplikasikan tapi bergantung kepada keberadaan data yang berasal dari pengukuran di areal tangkapan (daerah aliran sungai). Pendugaan besarnya karakteristik areal tangkapan dilakukan dengan jalan memilih faktor yang paling tepat untuk ketiga faktor yakni penutupan tanah, tipe tanah, dan drainase dan kemiringan lereng. Nilai masing-masing dari ketiga faktor tersebut selanjutnya dijumlahkan.

Selanjutnya besarnya limpasan permukaan yang diduga terjadi dari areal tertentu dapat dibaca langsung dari tabel 2.5. Nilai di dalam tabel ini berdimensi dalam meter kubik per detik yang didasarkan pada probabilitas 10 tahun untuk hujan tropika dengan intensitas yang tinggi.

Untuk menghitung laju limpasan permukaan dari suatu areal dengan menggunakan metode cook maka dapat diikuti prosedur berikut. Sebagai misal suatu areal tangkapan merupakan hutan lebat dengan jenis tanah bersolum dalam dan berdrainase baik. Adapun lahan ini mempunyai kemiringan rata-rata 50% (bergunung). Luas hutan itu adalah 350 hektare. Dari data yang diketahui itu selanjutnya kita hitung nilai karakteristik areal tangkapan (CC), yakni $10 + 10 + 50 = 70$ (lihat tabel 2.4). Menggunakan tabel 2.5 maka lihat CC dengan nilai 70 dan selanjutnya baca pada kolom tersebut ke arah bawah sehingga memotong barisan 350 hektare. Dari hasil pembacaan tersebut terdapatlah $62,5 \text{ m}^3/\text{dt}$. Angka ini merupakan besarnya laju limpasan permukaan dari areal tersebut.

Tabel 2.5 Limpasan Permukaan dari suatu areal tangkapan (m³/dt)

CC A	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
5	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
10	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,2	3,7
15	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,4	2,9	3,4	4,0	4,6	5,2
20	0,6	1,0	1,4	1,7	2,2	2,7	3,2	3,8	4,4	5,1	5,8	6,5
30	0,8	1,3	1,8	2,2	2,9	3,6	4,4	5,3	6,3	7,3	8,4	9,5
40	1,1	1,5	2,1	2,9	3,5	4,5	5,5	6,6	7,8	9,1	10,5	12,3
50	1,2	1,8	2,5	3,5	4,6	5,8	7,1	8,5	10,0	11,6	13,3	15,1
75	1,6	2,4	3,6	4,9	6,3	8,0	9,9	11,9	14,0	16,4	18,9	21,7
100	1,8	3,2	4,7	6,4	8,3	10,4	12,7	15,4	18,2	21,2	24,5	28,0
150	2,1	4,1	6,3	8,8	11,6	14,7	18,2	21,8	25,6	29,9	35,0	40,6
200	2,8	5,5	8,4	11,7	15,3	19,1	23,3	28,0	33,1	38,5	45,0	52,5
250	3,5	6,5	9,7	13,2	17,2	21,7	27,0	32,9	39,6	46,9	55,0	63,7
300	4,2	7,0	10,5	14,7	19,6	25,2	31,5	38,3	46,2	54,6	63,7	73,5
350	4,9	8,4	12,6	17,2	23,2	30,2	37,8	46,3	53,8	62,5	71,5	81,0
400	5,6	10,0	14,4	19,4	25,6	33,6	42,2	51,0	60,0	69,3	79,5	90,0
450	6,3	10,5	15,5	21,5	28,5	36,5	45,5	55,5	65,5	76,0	86,5	97,5
500	7,0	11,0	17,0	23,5	31,0	40,5	51,0	62,0	73,0	84,0	95,0	106,6

Sumber : Suppli Effendi Rahim, 2003

Keterangan : CC = karakteristik DAS

A = luas areal DAS dalam hektare

Metode US-SCS (U.S. Soil Conservation Service)

Metode yang juga dikenal sebagai Metode SCS paling banyak dimanfaatkan.

$$Q = \frac{(I - 0,2S)^2}{(I + 0,8S)}$$

Dimana : Q = jumlah aliran permukaan(mm)

I = curah hujan(mm)

S = perbedaan antara curah hujan dan
aliran permukaan (mm)

Dari penelitian empirik di dapatkan bahwa S dapat diduga dengan persamaan :

$$S = \frac{(25400 - 254)}{CN}$$

Dimana CN dapat diduga dengan prosedur seperti tabel berikut :

Tabel 2.6 Bilangan kurva limpasan permukaan (CN) untuk kondisi hujan awal

Tata Guna Lahan	Cara bercocok Tanam	Keadaan Hidrologi	Kelompok Tanah			
			A	B	C	D
Tidak dikerjakan	Larikan Lurus	-	77	86	91	94
Tanaman berjajar	Larikan Lurus	Buruk	72	81	88	91
	Larikan Lurus	Baik	67	78	85	89
	Kontur	Buruk	70	79	84	88
	Kontur	Baik	65	75	82	86
	Teras	Buruk	66	74	80	82
	Teras	Baik	62	71	78	81
Padi, gandum	Larikan Lurus	Buruk	63	74	82	85
	Kontur	Baik	61	73	81	74
	Teras	Buruk	61	72	79	82
	Teras	Baik	59	70	78	81
Tanaman Legum	Larikan Lurus	Buruk	66	77	85	89
	Larikan Lurus	Baik	58	72	81	85
	Kontur	Buruk	64	75	83	85
	Kontur	Baik	55	68	78	83
	Teras	Buruk	63	73	80	83
	Teras	Baik	51	67	76	80
Padang rumput		Buruk	68	79	86	89
		Baik	39	61	74	80
Tegakan hutan tidak rapat		Buruk	45	66	77	83
		Cukup	36	60	73	79
		Baik	25	55	70	77
Tanah pertanian		-	59	74	82	86

Sumber : Chay Asdak, 2004

Sistem klasifikasi tanah yang mengelompokkan tanah ke dalam empat kelompok yang sesuai dengan huruf A, B, C, D. Sifat-sifat tanah yang bertalian dengan keempat kelompok tersebut adalah sebagai berikut :

Kelompok A : pasir dalam, loess dalam, debu yang beragregat

Kelompok B : loess dangkal, lempung berpasir

Kelompok C : lempung berliat, lempung berpasir dangkal, tanah berkadar organik rendah dan tanah-tanah berkadar liat tinggi.

Kelompok D : tanah-tanah yang mengembang secara nyata jika basah, liat berat, plastis dan tanah-tanah saline tertentu.

Metode Pengukuran Langsung

Memperkirakan besarnya aliran permukaan selain dilakukan secara persamaan empiris dapat juga dilakukan dengan cara pengukuran langsung. Kekurangan yang diperoleh dengan pendekatan empiris, tingkat akurasi hasil perhitungan tidak sebaik dengan cara pengukuran langsung. Ketidaktepatan hasil yang diperoleh menjadi lebih besar apabila persamaan empiris yang digunakan untuk data masukan yang diperlukan berasal atau dikembangkan di tempat yang mempunyai karakteristik biogeofisik dan iklim yang berbeda dari tempat dimana persamaan tersebut diterapkan. Menyadari tentang hal ini, maka apabila dimungkinkan, pengukuran aliran permukaan langsung sangat disarankan.

Metode pengukuran langsung dapat dilakukan dengan menggunakan alat simulasi hujan (*Rainfall Simulator*). Prinsip dasar dari alat ini adalah pembuat hujan buatan dengan bermacam-macam intensitas sesuai dengan yang dikehendaki. Hujan buatan akan menyirami suatu petak tanah dengan luasan tertentu yang sebanding dengan ukuran dari perangkat alat ini. Hasil yang diperoleh dari alat ini merupakan akibat dari adanya perlakuan.

Alat simulasi hujan bisa mendemonstrasikan, dalam skala kecil beberapa proses fisik yang ada dalam bidang hidrologi. Telah diperhitungkan bahwa alat ini

bisa melakukan pengukuran level muka air pada tempat yang sesuai dengan model, pengaturan intensitas hujan yang memungkinkan untuk mendapatkan hasil yang realistis.

Dari berbagai macam metode pendugaan limpasan, dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *metode pengukuran langsung* dan *metode rasional*.

F. Tanah dan Pemadatan Tanah

1). Tanah

Dalam pengertian teknik secara umum tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpatikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Ukuran partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut.

Klasifikasi tanah

Klasifikasi tanah berguna sebagai petunjuk awal dalam memprediksi kelakuan tanah. Dalam sistem klasifikasi USCS (*Unified soil classification system*), secara garis besar, tanah dibagi dalam 2 kelompok: kelompok

tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus yang didasarkan material yang lolos saringan nomor 200 (diameter 0,075). Huruf pertama pada pemberian nama kelompoknya, adalah merupakan singkatan dari jenis-jenis tanah berikut :

G = kerikil (*gravel*)

S = pasir (*sand*)

M = Lanau (*silt*, huruf M singkatan dari MO, bahasa Skandinavia)

C = lempung (*clay*)

O = organik (*organic*)

Pt = gambut (*peat*)

Huruf-huruf kedua dari klasifikasi dinyatakan dalam istilah-istilah :

W = gradasi baik (*well graded*)

P = gradasi buruk (*poor graded*)

L = plastisitas rendah (*low plasticity*)

H = plastisitas tinggi (*high plasticity*)

2). Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah suatu proses menaikkan berat unit tanah dengan memaksa butiran-butiran tanah menjadi lebih rapat dan mengurangi pori-pori udara. Tingkat kepadatan suatu tanah diukur berdasarkan berat volume kering (γ_d) dari tanah yang bersangkutan. Apabila air ditambahkan ke dalam tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut berfungsi sebagai pelumas dari butiran tanah sehingga butiran tanah tersebut akan mudah bergerak untuk mendekat satu sama lain hingga keadaan yang paling padat dapat dicapai. Untuk tenaga pemadatan yang sama, berat volume tanah yang dipadatkan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar air.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kepadatan tanah adalah :

- a. Tipe dari tanah yang dipadatkan yaitu :
 - Pembagian dari ukuran butir tanah
 - Spesifik gravity
 - Bentuk butiran tanah
 - Jumlah dan tipe dari mineral lempung yang dikandung
- b. Kadar air
- c. Tenaga (energi) yang dipakai untuk memadatkan.

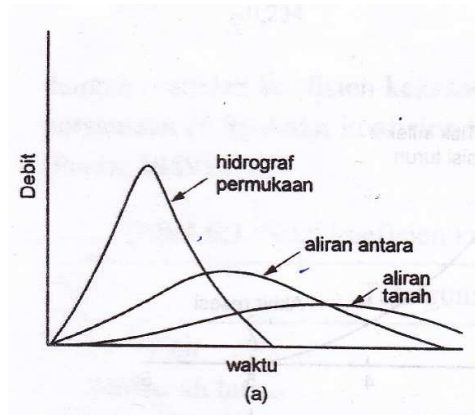
F. Hidrograf

Diagram yang menggambarkan variasi debit atau permukaan air menurut waktu disebut hidrograf. Tujuan dalam menganalisa hidrograf adalah untuk mengetahui debit banjir mengingat limpasan permukaan yang merupakan salah

satu unsur/bagian dari debit banjir yang menghasilkan puncak-puncak banjir (apabila terjadi hujan lebat). Bagian-bagian hidrograf dibedakan atas :

1. Bagian naik (rising limb)
2. Puncak (crest)
3. Bagian resesi (recession limb)

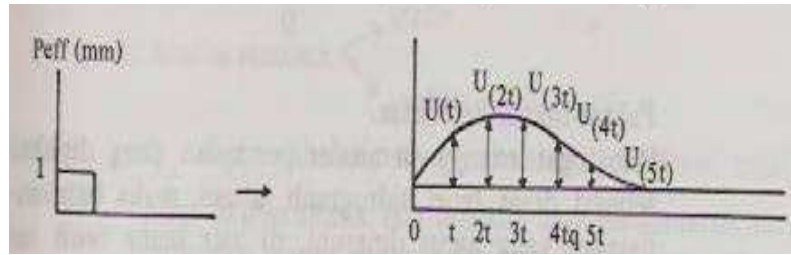
Hidrograf mempunyai tiga komponen pembentuk yaitu 1) aliran permukaan, 2) aliran antara, dan 3) aliran air tanah.



Gambar 2.2 Komponen hidrograf aliran

Dalam penelitian ini yang akan ditinjau adalah hidrograf limpasan atau hidrograf permukaan. Mencari hubungan antara limpasan permukaan dan hujan sebagai penyebabnya. Untuk suatu daerah tertentu dapat ditentukan bahwa satu satuan hujan (mm atau cm atau inch) yang berlangsung selama t jam akan menghasilkan suatu karakteristik hidrograf limpasan langsung yang disebut t jam unit hidrograf. Sehingga dapat didefinisikan bahwa :

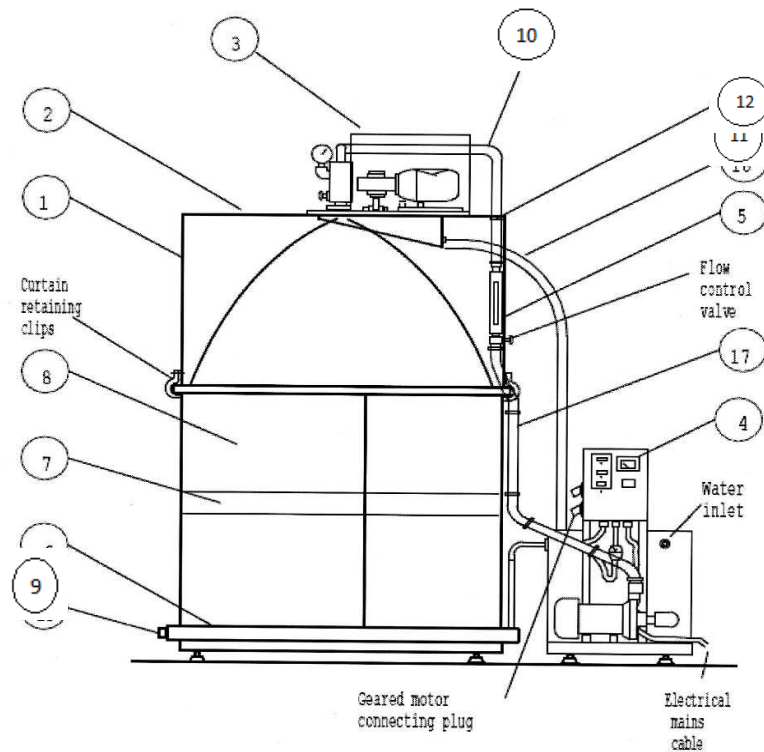
" t jam unit hidrograf" adalah hidrograf limpasan langsung yang dihasilkan oleh 1 satuan hujan (mm, cm, atau inch) yang jatuh merata selama t jam.



Gambar 2.3 Pembentukan Hidrograf dengan Unit Hidrograf

G. Rainfall Simulator

Ada beberapa pengamatan yang dapat dilakukan dengan menggunakan alat-alat simulasi hujan (*rainfall simulator*), salah satunya adalah mengamati hubungan antara limpasan permukaan dengan adanya variasi intensitas hujan. Prinsip dasar dari alat ini adalah pembuat hujan buatan dengan bermacam-macam intensitas sesuai dengan yang dikehendaki. Hujan buatan akan menyirami suatu petak tanah dengan luasan tertentu yang sebanding dengan ukuran dari perangkat alat ini. Hasil yang diperoleh dari alat ini merupakan akibat dari adanya perlakuan. Alat simulasi hujan bisa mendemonstrasikan, dalam skala kecil beberapa proses fisik yang ada dalam bidang hidrologi, juga memiliki kegunaan yang sangat besar yang berhubungan dengan hidrolika teknik.



Gambar 2.4 Rangkaian Alat Rainfall Simulator

Keterangan :

1. Enda frame (Rangka utama)
2. Upper frame (bingkai atas)
3. Spray head generator (generator head penyemprot)
4. Contrrol panel
5. Flowmeter
6. Tray (baki penadah)
7. Three frame ties (pengikat rangka)
8. Curtain (Tirai)
9. outlet
- 10, 11. flexible hose (selang flexible)
12. cable ties (pengikat kabel).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan dimulai dari bulan Februari hingga Mei 2013, dengan lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Pengujian Tanah dan Laboratorium Hidraulika Politeknik Negeri Ujung Pandang, Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan.

B. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat yang digunakan pada saat peninjauan/pengambilan sampel di lapangan
 - a. Alat galian konvensional/manual (sekop, linggis).
 - b. Karung.
 - c. Alat dokumentasi (kamera digital).
 - d. Alat Tulis menulis.
2. Alat yang digunakan pada saat penelitian di laboratorium
 - a. Rainfall Simulator.

Bagian-bagian dari rainfall simulator dapat dibedakan atas :

Spray head yang terdiri dari :

1. Nozzle untuk menyembrotkan dan mengatur besarnya butiran air hujan yang jatuh.
2. Disk (cakram) dengan lubang berbentuk sektor lingkaran dengan

bukaan yang bisa diubah sesuai dengan kebutuhan. Besarnya bukaan pada cakram adalah 5° , 10° , 15° , 20° , 25° , 30° , 35° , dan 40° . Selain lebar bukaannya, cakram ini juga dapat diatur kecepataannya. Kecepatan putaran cakram dapat diatur pada control panel dari rainfall simulator.



Gambar 3.1. Rainfall simulator

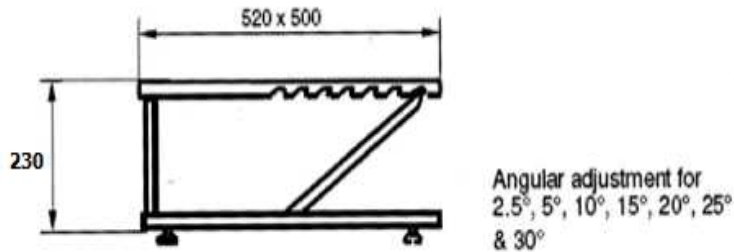
b. Alat Pengatur Kemiringan

Alat pengatur kemiringan lereng dengan sudut $2,5^\circ$, 5° , 10° , 15° , 20° , 25° dan 30° . Dimensi :

Tinggi : 23 cm

Panjang : 52 cm

Lebar : 50 cm



Gambar 3.2 . Alat pengatur kemiringan

c. Kotak sampel dari papan ukuran 0,5 x 0,4 x 0,1 meter.

Bagian alas yang terbuat dari papan dan dilapisi plastik. Pada sisi bagian hilir dipasang pipa paralon dengan diameter 7,5 cm, dengan sepertiga bagian pipa digergaji guna menampung air dan mengalirkan air limpasan permukaan ke dalam tempat penampungan air. Panjang pipa disesuaikan.

d. Gelas ukur dengan Volume 1000 ml dan 250 ml

e. Stopwatch

f. Cawan, oven, timbangan, Loyang, botol air mineral dan alat pemadat.

g. Saringan nomor 4, 10, 18, 40, 60, 80, 100, dan 200.

3. Bahan

a. Sampel tanah.

b. Pipa PVC diameter 7,5 cm.

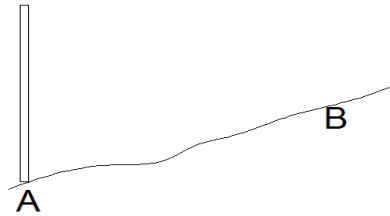
c. Plastik penutup.

d. Air

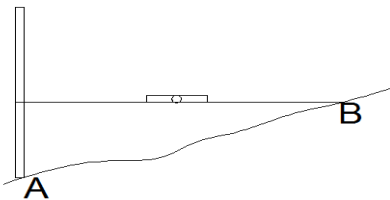
C. Pelaksanaan Pengukuran Kemiringan di Lapangan

Adapun tahapan pelaksanaan pengukuran kemiringan di lapangan adalah :

1. Menentukan titik yang akan diukur kemiringannya
2. Mendirikan bak ukur dititik pengukuran



3. Membentangkan roll meter dari titik B ketitik A, sebelum dilakukan pembacaan terlebih dahulu diukur menggunakan waterpass agar roll meter benar-benar datar.



4. Selanjutnya jarak dan tinggi bak ukur dicatat hasilnya.
- Hasil pengukuran diperlihatkan pada lampiran 7.

D. Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium

1. Penelitian di laboraorium pengujian tanah

Penelitian di Lab. Pengujian tanah bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan jenis tanah sampel tanah yang diuji. Maka diperlukan beberapa pengujian tanah pada laboratorium pengujian tanah berupa:

- a) Kadar air
- b) Berat isi
- c) Analisa saringan
- d) Berat Jenis

2. Pengukuran intensitas hujan buatan

Alat pengatur kemiringan diletakkan di tengah-tengah rainfall simulator. Kelima container yang terbuat dari kuningan diletakkan di atas alat tersebut, dengan empat kontainer pada sudut-sudutnya dan satu kontainer lainnya diletakkan di tengah. Diameter dalam container adalah 7,2 cm.

Rainfall simulator kemudian dihidupkan dengan mengubah besar tekanan pompa dan container ditutup dengan menggunakan plastic penutup agar tidak terisi air. Setelah siap, barulah penutup container dibuka bersamaan dengan dihidupkannya stopwatch. Setelah 10 menit container segera ditutup dan rainfall simulator dimatikan.

Air di dalam container dituang dalam gelas ukur. Volume air hujan ini kemudian dicatat. Dengan diketahuinya volume dan waktu yang

diperlukan, dengan menggunakan persamaan (2.1) maka intensitas hujan dapat ditentukan. Percobaan ini dilakukan berulang kali hingga didapatkan intensitas hujan yang dikehendaki. Intensitas hujan yang dikehendaki adalah sebesar 40, 60, dan 110 mm/jam.

3. Pelaksanaan penelitian

Adapun tahapan pelaksanaan percobaan adalah :

a. Tahap persiapan contoh tanah.

Untuk penyiapan tanah, tanah yang telah diambil dari lokasi dimasukkan ke dalam kotak sampel sesuai dengan volume yang dibutuhkan lalu diratakan dan kemudian dipadatkan dengan sistem kompaksi standar dengan tinggi jatuh dan jumlah tumbukan tertentu hingga mencapai ketebalan 10 cm contoh tanah. Pengujian ini dilakukan berulang kali pada sampel tanah yang lain untuk mendapatkan kepadatan yang diinginkan. Jadi, besarnya nilai kepadatan yang diperoleh tergantung pada tinggi jatuh dan jumlah tumbukan yang diberikan. Hal ini dilakukan pada setiap perlakuan agar diperoleh kondisi yang sama dan homogen.

b. Tahapan pelaksanaan.

Tahapan ini meliputi :

- 1). Alat pengatur kemiringan diletakkan di tengah-tengah dari dasar bak rainfall simulator. Kemiringan dipasang pada 10° , 15° dan 30° .

- 2). Kotak kayu dengan ukuran 0,4 x 0,5 x 0,1 m yang berisi sampel tanah yang telah dipadatkan, kemudian sampel tanah diberi vegetasi sesuai kebutuhan. Selanjutnya diletakkan di atas alat pengatur kemiringan.
- 3). Sampel ditutup dengan plastik penutup.
- 4). Aturlah bukaan kran dan putaran cakram pada kontrol panel untuk memperoleh taraf intensitas yang dikehendaki.
- 5). Setelah diperoleh intensitas yang dikehendaki, bukalah plastik penutup sampel dan bersamaan dengan dihidupkannya stopwatch.
- 6). Amatilah dan catat air yang mengalir diatas permukaan tanah ditadah dengan memakai wadah setiap satu menit. Tiap satu menit menadah air limpasan diukur terus dilakukan sampai volume air limpasan menjadi konstan.
- 7). Lakukanlah percobaan 1 sampai 6 dengan menggunakan sampel dengan nilai intensitas hujan dan kemiringan yang berbeda.

E. Data dan Sumber Data

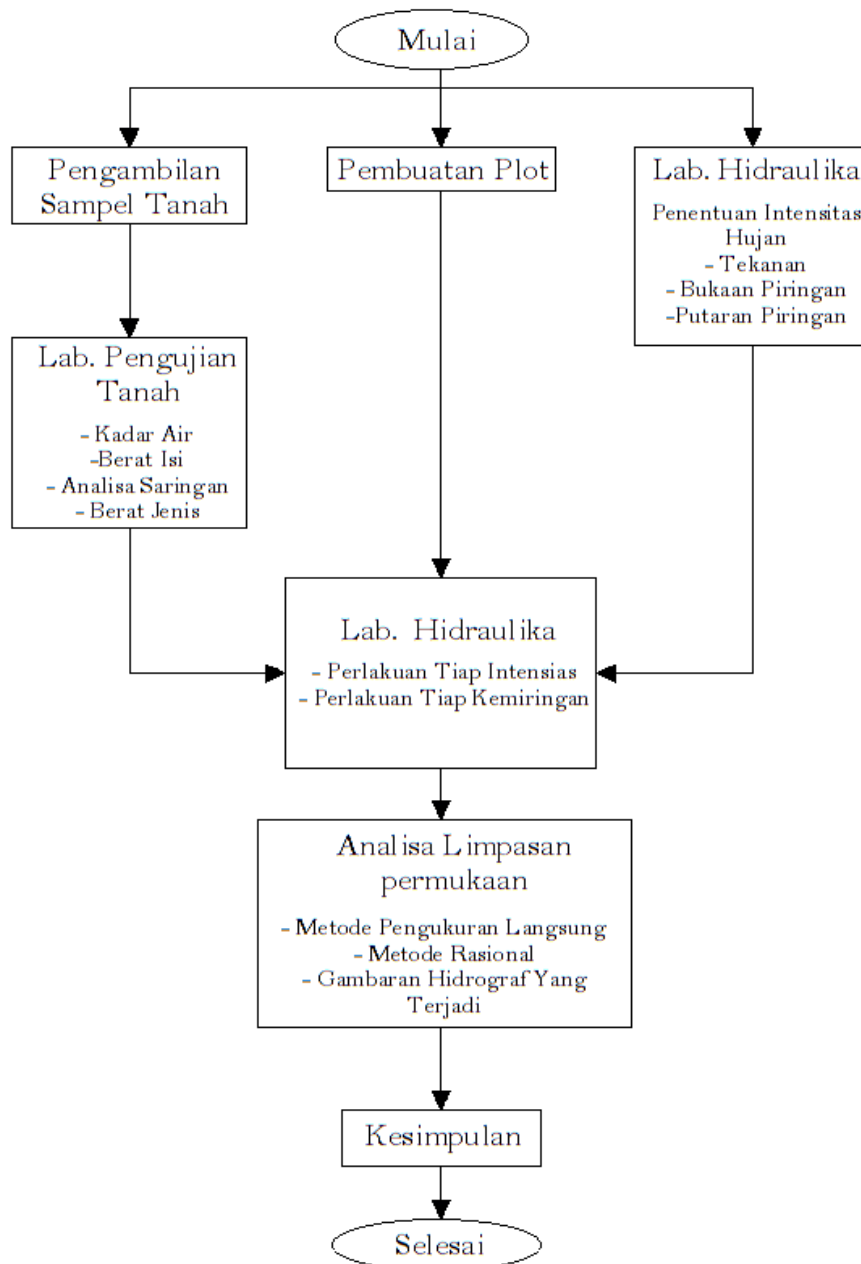
Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer berupa data hasil pengujian di laboratorium dan data kemiringan lapangan di lokasi pengambilan sampel. Dengan begitu sumber data penelitian ini adalah dari pengujian laboratorium dan lapangan.

F. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah sistematika atau urutan kegiatan pada penelitian ini. Adapun prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan lokasi yang akan diuji
2. Melakukan peninjauan lokasi
3. Pengambilan sampel tanah
4. Pengujian karakteristik sampel tanah di laboratorium pengujian tanah
5. Pengujian limpasan permukaan sampel tanah di laboratorium hidraulika
6. Analisa data
7. Kesimpulan hasil penelitian

Untuk lebih jelasnya, prosedur penelitian ini dapat dilihat pada bagan alur penelitian di bawah ini :



Gambar 3.3. Bagan Alur Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari pembahasan hasil penelitian dan analisis dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari hasil dan pembahasan diketahui bentuk hubungan dari parameter, yakni intensitas hujan I40, I60, dan I110 mm/jam bahwa semakin besar intensitas hujan dapat meningkatkan volume limpasan permukaan.
2. Untuk perlakuan terhadap variasi kemiringan, yakni kemiringan 10°, 20°, dan s30° diketahui bahwa semakin besar tingkat kemiringan semakin besar pula limpasan permukaan yang terjadi.
3. Dari penggambaran grafik hidrograf yang terjadi, berdasarkan waktu dalam mencapai titik konstan, bahwa kemiringan berpengaruh terhadap waktu dalam mencapai titik konstan aliran.
4. Dari hasil pengukuran limpasan yang terjadi, pengukuran air limpasan yang disebabkan oleh hujan dilakukan hanya yang jatuh pada area kotak plot, dan selebihnya diabaikan

B. Saran-saran

1. Untuk penelitian lanjutan dapat dikaji mengenai pengaruh kepadatan tanah karena parameter ini juga ikut berpengaruh terhadap laju aliran permukaan yang akan terjadi.

2. Penelitian berikutnya sebaiknya membandingkan laju air limpasan pada tanah terbuka (gundul) dan tanah dengan penutup (vegetasi).
3. Untuk penelitian selanjutnya jika menggunakan kemiringan lapangan, sebaiknya menggunakan Waterpass dalam mengukur kemiringan untuk hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim .2013. *Morfometri*. <http://wordpress.com>. (diakses 11 Oktober 2013).
- Anonim .2012. *Limpasan Permukaan (Runoff)*. <http://one-geo.blogspot.com/2011/01/limpasan-permukaan-runoff.html>. (diakses 28 Desember 2012).
- Arruan, Herman; Faisal, Zulvyah. 2012. “ *Job Sheet Rainfall Simullator*”. Makassar: Program Studi Teknik Konstruksi Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Asdak, Chay. 2004. “*Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*”, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Faisal, Zulvyah. 2008. “*Studi Limpasan Permukaan Pada Tanah Lempung Dengan Percobaan Laboratorium*”. Tesis. Makassar: Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
- Hardiyatmo, H.C. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta : Gadjah mada University Press.
- Rahim, Supli Effendi. 2003. “*Pengendalian Erosi Tanah*”. Jakarta : Bumi Aksara.
- Sari, Santi. 2011. “*Studi Limpasan Permukaan Spasial Akibat Perubahan Penggunaan Lahan*”. Tesis. Malang: Program Magister Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Suripin,. 2004. “*Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*”. Andi: Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. “*Hidrologi Terapan*”. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wilson, M, E,. 1993. “*Hidrologi Teknik*”. terj.Purbuhadiwidjoyo, Bandung : ITB Bandung.
- Ziliwu, Yuliman. 2002. ” *Pengaruh Beberapa Macam Tanaman Terhadap Aliran Permukaan dan Erosi* ”. Tesis. Semarang: Program Pasca Sarjana Universitas Dipenogoro Semarang.

LAMPIRAN 5
HASIL REKAPITULASI
PERHITUNGAN LAB.
PENGUJIAN TANAH

LAPORAN HASIL PENELITIAN TUGAS AKHIR

“Penentuan Limpasan Permukaan Pada Tanah Bervegetasi dengan Variasi Intensitas Hujan dan Kemiringan Menggunakan Rainfall Simulator “

Nama : Suryadi / Dony Paladan

NIM : 312 10 027 / 312 10 040

No	URAIAN	satuan	Sampel I	sampel II
1	Berat cawan kosong (W1)	gram	15,316	13,424
2	Berat cawan + Tanah basah (W2)	gram	64,859	68,175
3	Berat cawan + Tanah kering (W3)	gram	52,116	53,989
4	Berat air (W4) = W2-W3	gram	12,743	14,186
5	Berat tanah kering (W5) = W3-W1	gram	36,800	40,565
6	Kadar air (W) = W4/W5 X 100%	%	34,63	34,97
7	Kadar air rata-rata	%	34,80	

1. Kadar air

2. Berat Isi Lapangan

Uraian	Satuan	Nilai
Berat pipa + tanah basah (W2)	Gram	395.79
Berat pipakosong (W1)	Gram	38.06
Berat tanah basah (wt=W2-W1)	Gram	357.73
Diameter pipa (D)	Cm	5.781
Tinggi pipa (t)	Cm	10
Volume tanah (v)	cm ³	262.35
Berat isi	gr/cm ³	1.364

3. Berat Isi Laboratorium

Uraian	Satuan	Nomor				
		1	2	3	4	5
Beratpipa + tanahbasah (W2)	gram	393.55	392.92	391.15	387.73	399.05
Beratpipakosong (W1)	gram	38.330	37.888	37.396	37.916	38.490
Berattanahbasah (wt=W2-W1)	gram	355.22	354.59	353.262	350.334	361.134
Diameter pipa (D)	cm	5.781	5.781	5.781	5.781	5.781
Tinggipipa (t)	cm	10	10	10	10	10
Volume tanah (v)	cm ³	262.35	262.35	262.35	262.35	262.35
Beratisi	gr/cm ³	1.354	1.352	1.347	1.335	1.377
Beratisi rata-rata	gr/cm ³	1.353				

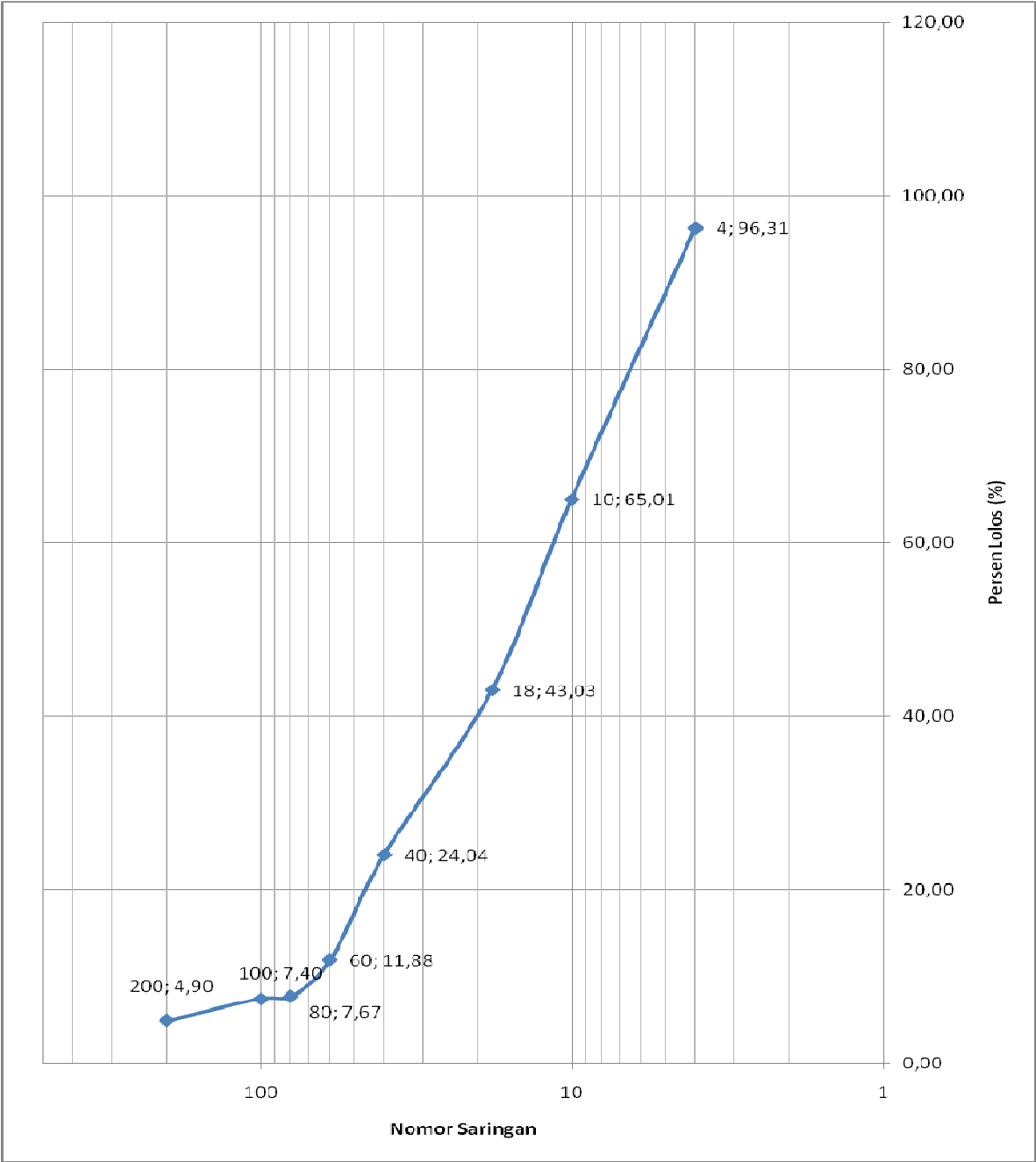
4. BeratJenis

Uraian	I	II
BeratPiknometer, m ₁ (gram)	39.003	38.279
BeratPiknometer + tanah, m ₂ (gram)	45.381	44.89
BeratPiknometer + air + tanah, m ₃ (gram)	142.175	141.685
Beratpicnometer+airsuling, m ₄ (gram)	138.392	137.858
Temperatur, °C	28	28
Faktorkoreksi, a=g _T /g ₂₀	0.9992	0.9992
BeratJenis, Gs	2.46	2.37
BeratJenis Rata-rata, Gs	2.41	

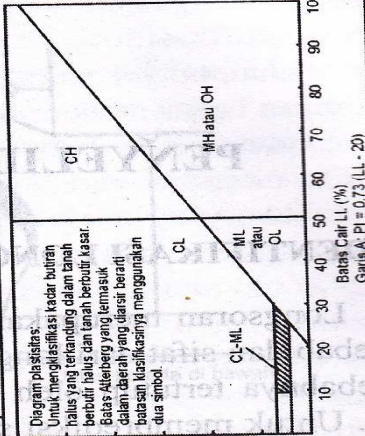
5. AnalisaSaringan

Saringan No.	BeratSaringan	Berattanah + Saringan	Berat Tanah Tertahan (gram)	BeratKumulatif (gram)	Persen (%)	
					Tertahan	Lolos
4	461	497.74	36.74	36.74	3.69	96.31
10	449.48	760.92	311.44	348.18	34.99	65.01
18	378.09	596.86	218.77	566.95	56.97	43.03
40	394.36	583.31	188.95	755.9	75.96	24.04
60	290.87	411.93	121.06	876.96	88.12	11.88
80	284.44	326.35	41.91	918.87	92.33	7.67
100	350.87	353.51	2.64	921.51	92.60	7.40
200	270.44	295.34	24.9	946.41	95.10	4.90
Pan	464.43	513.19	48.76	995.17	100.00	0
Jumlah			995.17			

Grafik Anlisa Saringan



Tabel USCS

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis		Nama Jenis
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0.075 mm)	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus: GC, SM, SC 5% - 12% lolos saringan no. 200; GW, GP, SP Lebih dari 12% lolos saringan no. 200; GM, GP Kurang dari 5% lolos saringan no. 200; GW, GP	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus: GC, SM, SC 5% - 12% lolos saringan no. 200; GW, GP Kurang dari 5% lolos saringan no. 200; GW, GP
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus		
	Kerikil sedikit atau tidak ada butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung		
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0.075 mm)	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4.75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	Klasifikasi berdasarkan kriteria untuk SW Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW Klasifikasi berdasarkan kriteria untuk SW	Batas-batas Atterberg berada di daerah aris dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.		
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4.75 mm)	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0.075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, sebutir batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung		Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ('lean clays')		
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
	Lanau dan lempung batas cair > 50%	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.		
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')		
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi		
Tanah dengan kadar organik tinggi		P _t	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi		

$$\begin{aligned}
 C_u &= \frac{D_{60}}{D_{10}} \\
 &= \frac{1,8}{0,35} \\
 &= 5,1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_c &= \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} \\
 &= \frac{(0,22)^2}{(0,35)(1,8)} \\
 &= 0,08
 \end{aligned}$$

Jadi, jenis tanah berdasarkan tabel USCS adalah pasir gradasi buruk (SP)

LAMPIRAN 6

HASIL PENGUKURAN INTENSITAS HUJAN

Hasil Perhitungan Pengujian Intensitas Hujan
Data Percobaan

Diketahui : diameter container (d) = 7,2 cm
Luas container (A) = $\frac{1}{4} \pi d^2$

VARIASI		Volume Container, Q (ml)					Volume Rata-rata (ml)
		1	2	3	4	5	
Bukaan Piringan (°)	10	10	80	10	1	1	20,4
Putaran Piringan (rev/min)	120						
Tekanan Pompa (bar)	0,3						

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (7,2)^2$$

$$= 40,7 \text{ cm}^2$$

Waktu (t) = 10 menit

Untuk mengetahui intensitas hujan (i) digunakan persamaan ,

$$I = \frac{V}{A \times t} \times 600 \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{20,4}{40,7 \times 10} \times 600 \text{ mm/jam}$$

$$I = 30,074 \text{ mm/jam}$$

Untuk hasil intensitas selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikutnya.

Variasi			Volume Container (Q)					V rata-rata ml	Intensitas mm/jam
			Cont 1	Cont 2	Cont 3	Cont 4	Cont 5		
			ml	ml	ml	ml	ml		
1	Bukaan Piringan (□)	10	10	80	10	1	1	20.4	30.074
	Putaran Piringan (rpm)	120							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
2	Bukaan Piringan (□)	10	11	49	9	0	1	14	20.639
	Putaran Piringan (rpm)	100							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
3	Bukaan Piringan (□)	10	20	29	1	1	1	10.4	15.332
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
4	Bukaan Piringan (□)	10	1	19	10	10	20	12	17.690
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.4							
5	Bukaan Piringan (□)	10	20	30	3	4	6	12.6	18.575
	Putaran Piringan (rpm)	100							
	Tekanan Pompa (bar)	0.4							
6	Bukaan Piringan (□)	10	40	20	5	10	10	17	25.061
	Putaran Piringan (rpm)	100							
	Tekanan Pompa (bar)	0.5							

Variasi			Volume Container (Q)						Intensitas mm/jam
			Cont 1	Cont 2	Cont 3	Cont 4	Cont 5	V rata-rata	
			ml	Ml	Ml	ml	ml	ml	
7	Bukaan Piringan (□)	15	89	49	158	86	29	82.2	121.179
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
8	Bukaan Piringan (□)	15	140	89	86	39	74	85.6	126.192
	Putaran Piringan (rpm)	60							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
9	Bukaan Piringan (□)	15	91	170	44	90	20	83	122.359
	Putaran Piringan (rpm)	100							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
10	Bukaan Piringan (□)	15	83	134	93	27	16	70.6	104.079
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
11	Bukaan Piringan (□)	15	146	36	86	80	58	81.2	119.705
	Putaran Piringan (rpm)	70							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
12	Bukaan Piringan (□)	15	164	92	91	43	25	83	122.359
	Putaran Piringan (rpm)	90							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							

Variasi			Volume Container (Q)						
			Cont 1	Cont 2	Cont 3	Cont 4	Cont 5	V rata-rata	Intensitas
			ml	ml	ml	ml	ml	ml	mm/jam
13	Bukaan Piringan (□)	15	76	114	96	36	48	74	109.091
	Putaran Piringan (rpm)	60							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
14	Bukaan Piringan (□)	15	129	104	95	13	21	72.4	106.732
	Putaran Piringan (rpm)	100							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
15	Bukaan Piringan (□)	15	107	134	78	10	15	68.8	101.425
	Putaran Piringan (rpm)	120							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
16	Bukaan Piringan (□)	15	107	10	131	111	15	74.8	110.270
	Putaran Piringan (rpm)	110							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
17	Bukaan Piringan (□)	15	30	110	85	44	102	74.2	109.386
	Putaran Piringan (rpm)	70							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
18	Bukaan Piringan (□)	15	104	74	125	10	10	64.6	95.233
	Putaran Piringan (rpm)	130							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							

Variasi			Volume Container (Q)						
			Cont 1	Cont 2	Cont 3	Cont 4	Cont 5	V rata-rata	Intensitas
19	Bukaan Piringan (□)	15	130	102	90	30	17	73.8	108.796
	Putaran Piringan (rpm)	90							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
20	Bukaan Piringan (□)	15	72	13	8	114	124	66.2	97.592
	Putaran Piringan (rpm)	125							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
21	Bukaan Piringan (□)	15	132	100	88	22	32	72.6	107.07
	Putaran Piringan (rpm)	115							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
22	Bukaan Piringan (□)	15	108	108	22	14	102	70.8	104.373
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.15							
23	Bukaan Piringan (□)	15	127	103	52	7	10	59.8	88.157
	Putaran Piringan (rpm)	100							
	Tekanan Pompa (bar)	0.15							
24	Bukaan Piringan (□)	15	97	106	24	26	97	70	103.194
	Putaran Piringan (rpm)	70							
	Tekanan Pompa (bar)	0.15							
Variasi			Volume Container (Q)						
			Cont 1	Cont 2	Cont 3	Cont 4	Cont 5	Vrata-rata	Intensitas
25	Bukaan Piringan (□)	15	107	84	96	32	20	67.8	99.951
	Putaran Piringan (rpm)	60							
	Tekanan Pompa (bar)	0.15							
26	Bukaan Piringan (□)	15	102	103	84	24	12	65	95.823
	Putaran Piringan (rpm)	60							
	Tekanan Pompa (bar)	0.1							
27	Bukaan Piringan (□)	10	38	19	5	7	3	14.4	21.229
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.5							
28	Bukaan Piringan (□)	10	56	6	6	2	9	15.8	23.292
	Putaran Piringan (rpm)	120							
	Tekanan Pompa (bar)	0.5							
29	Bukaan Piringan (□)	10	58	3	13	2	5	16.2	23.882
	Putaran Piringan (rpm)	100							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							

Variasi			Volume Container (Q)						
			Cont 1	Cont 2	Cont 3	Cont 4	Cont 5	V rata-rata	Intensitas
			ml	ml	ml	ml	ml	ml	mm/jam
31	Bukaan Piringan (□)	10	48	64	20	1	3	27.2	40.098
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
32	Bukaan Piringan (□)	10	26	2	76	4	48	31.2	45.995
	Putaran Piringan (rpm)	90							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
33	Bukaan Piringan (□)	10	87	4	7	40	47	37	54.545
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.4							
34	Bukaan Piringan (□)	10	94	12	34	36	6	36.4	53.661
	Putaran Piringan (rpm)	60							
	Tekanan Pompa (bar)	0.4							
35	Bukaan Piringan (□)	10	43	3	98	36	8	37.6	55.430
	Putaran Piringan (rpm)	60							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
36	Bukaan Piringan (□)	10	80	4	48	5	23	32	47.174
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							

Variasi			Volume Container (Q)						Intensitas
			Cont 1	Cont 2	Cont 3	Cont 4	Cont 5	V rata-rata	
			ml	ml	ml	ml	ml	ml	
37	Bukaan Piringan (□)	10	44	3	36	89	5	35.4	52.187
	Putaran Piringan (rpm)	70							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
38	Bukaan Piringan (□)	10	94	6	6	44	34	36.8	54.251
	Putaran Piringan (rpm)	65							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
39	Bukaan Piringan (□)	10	84	42	30	3	10	33.8	49.828
	Putaran Piringan (rpm)	75							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
40	Bukaan Piringan (□)	10	101	38	30	3	5	35.4	52.187
	Putaran Piringan (rpm)	10							
	Tekanan Pompa (bar)	60							
41	Bukaan Piringan (□)	15	92	5	42	12	6	31.4	46.290
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.05							

Variasi			Volume Container (Q)						Intensitas
			Cont 1	Cont 2	Cont 3	Cont 4	Cont 5	V rata-rata	
			ml	ml	ml	ml	ml	ml	
42	Bukaan Piringan (□)	10	84	46	8	4	29	34.2	50.418
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.5							
43	Bukaan Piringan (□)	10	38	14	7	91	38	37.6	55.430
	Putaran Piringan (rpm)	60							
	Tekanan Pompa (bar)	0.5							
44	Bukaan Piringan (□)	10	90	7	18	39	38	38.4	56.609
	Putaran Piringan (rpm)	60							
	Tekanan Pompa (bar)	0.6							
45	Bukaan Piringan (□)	10	92	50	39	8	13	40.4	59.558
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.7							

Variasi			Volume Container (Q)						Intensitas
			Cont 1	Cont 2	Cont 3	Cont 4	Cont 5	V rata-rata	
			ml	ml	ml	ml	ml	ml	
46	Bukaan Piringan (□)	15	89	49	158	86	29	82.2	121.179
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
47	Bukaan Piringan (□)	15	140	89	86	39	74	85.6	126.192
	Putaran Piringan (rpm)	60							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
48	Bukaan Piringan (□)	15	91	170	44	90	20	83	122.359
	Putaran Piringan (rpm)	100							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
49	Bukaan Piringan (□)	15	83	134	93	27	16	70.6	104.079
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
50	Bukaan Piringan (□)	15	146	36	86	80	58	81.2	119.705
	Putaran Piringan (rpm)	70							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							
51	Bukaan Piringan (□)	15	164	92	91	43	25	83	122.359
	Putaran Piringan (rpm)	90							
	Tekanan Pompa (bar)	0.3							

Variasi			Volume Container (Q)						Intensitas mm/jam
			Cont 1	Cont 2	Cont 3	Cont 4	Cont 5	V rata-rata	
			ml	ml	ml	ml	ml	ml	
52	Bukaan Piringan (□)	15	76	114	96	36	48	74	109.091
	Putaran Piringan (rpm)	60							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
53	Bukaan Piringan (□)	15	129	104	95	13	21	72.4	106.732
	Putaran Piringan (rpm)	100							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
54	Bukaan Piringan (□)	15	107	134	78	10	15	68.8	101.425
	Putaran Piringan (rpm)	120							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
55	Bukaan Piringan (□)	15	107	10	131	95	15	74.8	105.553
	Putaran Piringan (rpm)	110							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
56	Bukaan Piringan (□)	15	30	110	85	44	102	74.2	109.386
	Putaran Piringan (rpm)	70							
	Tekanan Pompa (bar)	0.2							
57	Bukaan Piringan (□)	15	124	62	72	12	104	74.8	110.270
	Putaran Piringan (rpm)	80							
	Tekanan Pompa (bar)	0.1							

LAMPIRAN 7

HASIL PERHITUNGAN

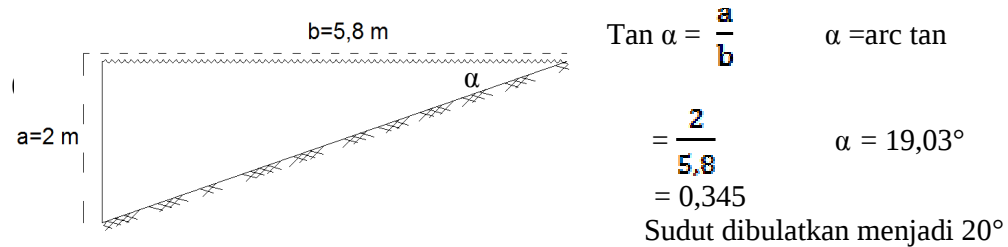
KEMIRINGAN

LAPANGAN

Data pengukuran

No.	Uraian	Beda tinggi (m)	Jarak (m)
1	Kemiringan 1	2	5,8
2	Kemiringan 2	1,55	7,2
3	Kemiringan 3	2,1	3,9

Uraian kemiringan 1



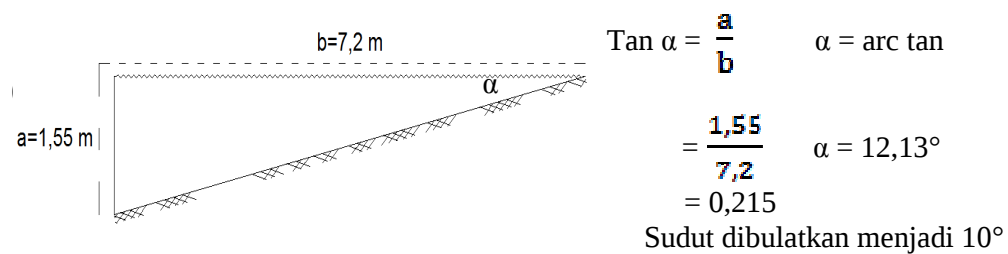
Menghitung kemiringan dalam satuan persen (%)

$$S = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{Jarak horizontal}} \times 100\%$$

$$S = \frac{2}{5,8} \times 100\%$$

$$S = 34,48 \%$$

Uraian kemiringan 2

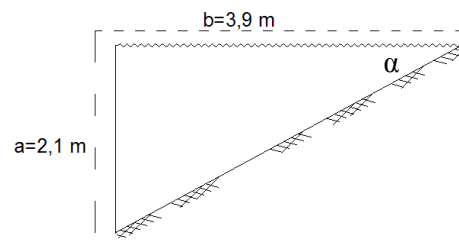


$$S = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{Jarak horizontal}} \times 100\%$$

$$S = \frac{1,55}{7,2} \times 100\%$$

$$S = 20,41 \%$$

Uraian kemiringan 3



$$S = \frac{\text{Jarak horizontal}}{\text{Jarak horizontal}} \times 100\%$$

$$S = \frac{2,1}{3,9} \times 100\%$$

$$S = 53,85 \%$$

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{a}{b} & \alpha &= \arctan 0,538 \\ &= \frac{2,1}{3,9} & \alpha &= 28,28^\circ \\ &= 0,538 \\ &\text{Sudut dibulatkan menjadi } 30^\circ \end{aligned}$$

LAMPIRAN 8

DOKUMENTASI

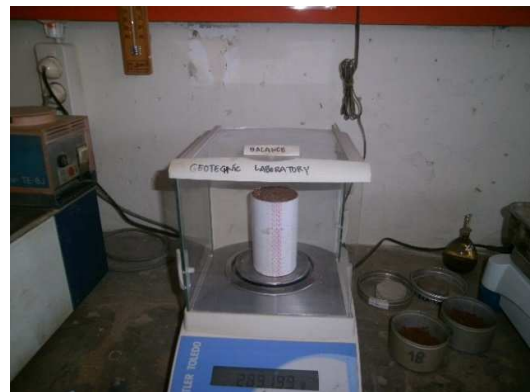
KEGAIATAN PENELITIAN



Gambar.Lokasi pengambilan sampel



Gambar. Pengukuran kemiringan lapangan dan pengambilan vegetasi



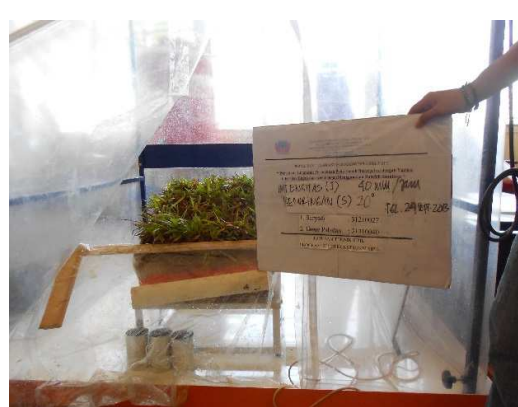
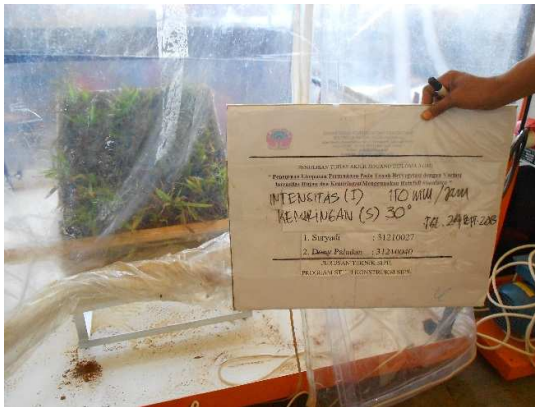
Gambar. Pengujian karakteristik tanah



Gambar. Penentuan intensitas hujan



Gambar. Pemadatan sampel dengan pendekatan berat isi



Gambar. Pengukuran limpasan permukaan dengan variasi intensitas dan kemiringan