

SKRIPSI

**BESAR AIR LARIAN DAN INFILTRASI
YANG DIAKIBATKAN OLEH HUJAN
PADA KAWASAN PERMUKIMAN MENTENG
KOTA PALANGKA RAYA**

Oleh :

**JONATHAN EDOWARD VALENTINO
NIM. DAB 115 155**



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKARAYA
PALANGKARAYA**

2021

**BESAR AIR LARIAN DAN INFILTRASI
YANG DIKAKIBATKAN OLEH HUJAN
PADA KAWASAN PERMUKIMAN MENTENG
KOTA PALANGKA RAYA**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

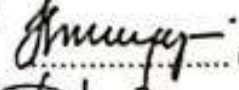
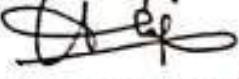
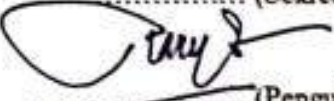

Oleh :

JONATHAN EDOWARD VALENTINO
NIM. DAB 115 155

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Selasa, 07 Desember 2021
Waktu : 11.00 – 13.00 WIB
Tempat : di Rumah Secara Online


Tim Penguji :

1. HAIKI MART YUPI, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19740303 200012 1 001  (Ketua Penguji/Penguji 1)
2. Ir. ALLAN RESTU JAYA, M.T.
NIP. 19631204 199203 1 001  (Sekretaris Penguji 2)
3. RADEN HARYO SAPUTRA, M.T.
NIP. 19751012 200312 1 002  (Penguji 3)
4. Ir. HENDRO SUYANTO, M.T.
NIP. 19590831 198903 1 002  (Penguji 4)

Mengetahui:


Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya

Dekan


Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 196311191993021001

Jurusan Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,


Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003



SKRIPSI

**BESAR AIR LARIAN DAN INFILTRASI
YANG DIAKIBATKAN OLEH HUJAN
PADA KAWASAN PERMUKIMAN MENTENG
KOTA PALANGKA RAYA**

Oleh:

JONATHAN EDOWARD VALENTINO
NIM. DAB 115 155

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi dan
Berita Acara Ujian Skripsi**

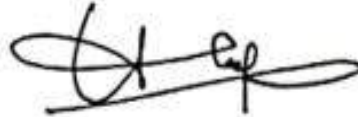
Palangka Raya, Desember 2021

Pembimbing Utama/Pertama



HAIKI MART YUPI, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19740303 200012 1 001

Pembimbing Pendamping/Kedua



Ir. ALLAN RESTU JAYA., M.T.
NIP. 19631204 199203 1 001

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua Jurusan



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003

BIODATA MAHASISWA



Data Pribadi

Nama : JONATHAN EDOWARD VALENTINO
NIM : DAB 115 155
Tempat, Tanggal lahir : Palangka Raya, 14 Februari 1998
Status : Belum Menikah
Agama : Kristen Protestan
Pekerjaan : Mahasiswa
No. Telp Rumah : 053645046
Alamat di Palangka Raya : Jl. Menteng XXII No.17
Email : nathanevalen@gmail.com
No Hp : 087709168594
No Wa : 087709168594
Facebook : Nathanevalen
Instagram : -
Line : -
Nama Ayah : Dihelman
Pekerjaan Ayah : PNS
Alamat : Jl. Menteng XXII No.17
No. Hp : 081349502446
Nama Ibu : Maritha Singah (Alm)
Pekerjaan Ibu : IRT
Alamat : Jl. Menteng XXII No.17
No. HP : -

Riwayat Pendidikan*)

- TK : TK TUNAS RIMBA 2
- SD : SDN PERCOBAAN PALANGKA RAYA
- SLTP : SMP NEGERI 2 PALANGKA RAYA
- SLTA : SMA NEGERI 4 PALANGKA RAYA
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2015

Palangka Raya, Oktober 2021
Yang membuat pernyataan

JONATHAN EDOWARD VALENTINO
NIM. DAB 115 155

LEMBAR PERSEMBAHAN

*Demikianlah hendaknya terangmu bercahaya di depan orang, supaya mereka melihat perbuatanmu yang baik dan memuliakan Bapamu yang di sorga.
(Matius 5 : 16)*

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kelancaran sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Pada kesempatan ini saya ingin mempersembahkan Skripsi yang telah saya susun ini kepada:

1. Bapak dan Ibu (Alm) terimakasih atas segala perjuangan, dukungan dan semangat yang selalu diberikan. Makasih ya Bapak dan Ibu (Alm), selalu mendoakan aku. Terima kasih untuk selalu memberikan nasihat dan kekuatan agar dapat melewati semuanya dengan baik.
2. Terimakasih banyak untuk kakakku Kristhea beserta adikku Ocep dan Jojo, saya sangat bersyukur berada di antara kakak-adik yang luar biasa dan Mina Berti yang selalu mensupport saya. Selalu menguatkan, dan bertumbuh bersama menjadi pribadi yang lebih baik lagi. Terimakasih yang tak terhingga saya ucapkan untuk kakak dan adik saya.
3. Untuk teman-teman ku Agung, Reimon, Yandi, Rifqi, Yongki, Jose, Devis, Virgo, Dede, Febri, Romi, Edward, Mondo, Elia, Yoga, Kak Yosua, Kak Edwardo, Hadi, Dio, Bibi dan teman-teman teknik Sipil 2015 yang mungkin tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih telah mewarnai cerita perkuliahan ku, tempat berbagi cerita, saling berjuang bersama dalam mengerjakan tugas, dan saling mendukung.
4. Terimakasih juga kepada dosen pembimbing saya, Bapak Haiki Mart Yupi, S.T., M.T. Ph.D. dan Bapak Allan Restu Jaya, M.T yang telah membimbing dan mengarahkan pada saat penulisan Skripsi ini dan seluruh pembelajaran dari Bapak akan terus terukir dalam diri saya sebagai bekal untuk jenjang yang selanjutnya. Serta terimakasih kepada dosen penguji Bapak Raden Haryo Saputra, M.T., dan Bapak Ir. Hendro Suyanto, M.T. yang telah memberikan masukan-masukan yang sangat penting kepada saya sehingga terselesaikannya Skripsi ini.
5. Semoga Skripsi ini bisa berguna bagi kelanjutan penelitian yang akan datang, mengingat masih banyak kekurangan dalam penelitian saya. Dan saya berharap bisa berguna bagi Bangsa dan Negara Indonesia.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh, bahwa Skripsi saya belum dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber yang diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, Desember 2021

JONATHAN EDOWARD VALENTINO
NIM. DAB 115 155

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan Karunia-Nya, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul **“BESAR AIR LARIAN DAN INFILTRASI YANG DIAKIBATKAN OLEH HUJAN PADA KAWASAN PERMUKIMAN MENTENG KOTA PALANGKA RAYA”** disusun sebagai salah satu syarat dalam penyelesaian studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Deddy Nan Setya Putra Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing Akademik.

6. Ibu Veronika Happy Puspasari, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan/
Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
7. Bapak Haiki Mart Yupi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Penguji/Penguji 1
Skripsi.
8. Bapak Ir. Allan Restu Jaya, M.T. selaku Sekretaris/Penguji 2 Skripsi.
9. Bapak Raden Haryo Saputra, M.T. selaku Penguji 3 Skripsi.
10. Bapak Ir. Hendro Suyanto, M.T. selaku Penguji 4 Skripsi.
11. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik
di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
12. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2015 dan semua pihak
yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Terima Kasih.

Palangka Raya, November 2021

JONATHAN EDOWARD V
NIM.DAB 115 155

RINGKASAN

BESAR AIR LARIAN DAN INFILTRASI YANG DIAKIBATKAN OLEH HUJAN PADA KAWASAN PERMUKIMAN MENTENG KOTA PALANGKA RAYA, Jonathan Edoward Valentino, 2021, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Jalan Menteng merupakan salah satu jalan yang sering mengalami genangan. Salah satu faktor terjadinya genangan adalah air larian, dimana air hujan tidak terinfiltrasi ke dalam tanah sehingga menjadi genangan. Dari kondisi tersebut dimana limpasan permukaan yang disebabkan oleh debit aliran yang melebihi kapasitasnya. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran air larian dan laju infiltrasi untuk melihat hubungan curah hujan, air larian, muka air tanah, infiltrasi dan kadar air.

Penelitian ini dilakukan di Jalan Menteng XXII, dengan membuat plot untuk mengukur air larian lokasi berukuran 2 x 10 m yang dilengkapi dengan pembatas plot 15 cm di atas tanah dan 5 cm di bawah tanah dan juga 6 buah bak penampung air larian. Pengukuran curah hujan menggunakan alat penakar hujan yang dilengkapi bak penampung curah hujan. Muka air tanah diukur dengan alat sensor air tanah dan pengukuran dilakukan di sumur pantau untuk pengukuran infiltrasi menggunakan alat infiltrometer cincin ganda. Waktu penelitian dilakukan dalam rentang bulan November 2020 – Desember 2020.

Dari hasil penelitian air larian terbesar terjadi pada tanggal 07 November 2020 sebesar 3,37 mm, dengan curah hujan 42,34 mm, intensitas hujan 26,97 mm/jam, dan tinggi muka air tanah 13 cm. Dari total 32 hari kejadian hujan, 24 hari kejadian hujan terdapat air larian dengan *range* 0,00 mm – 3,38 mm per kejadian hujan. Curah hujan memiliki hubungan yang signifikan terhadap air larian, dengan ditunjukkan dengan nilai R^2 sebesar 0,98. Hubungan antara air larian dengan muka air tanah adalah semakin kecil muka air tanah, maka semakin besar air larian yang terjadi, ditunjukkan dengan nilai R^2 sebesar 0,65. Nilai laju infiltrasi dari 2 Desember 2020 – 20 Desember 2020 didapatkan nilai *range* sebesar 1,4 – 3 cm/jam diklasifikasikan di kelas sedang lambat – sedang menggunakan metode Horton sedangkan nilai laju infiltrasi pada tanggal 11 Desember 2020 secara aktual sebesar 2,9 cm/jam dan secara vertikal 2,4 cm/jam. Hubungan antara air larian dan laju infiltrasi adalah semakin kecil laju infiltrasi, maka air larian yang terjadi semakin besar dan sebaliknya semakin besar laju infiltrasi, maka semakin kecil air larian ditunjukkan dengan nilai R^2 sebesar 0,70. Hubungan antara infiltrasi dengan kadar air adalah semakin besar kadar air maka kapasitas infiltrasi semakin kecil. Sebaliknya, makin kecil kadar air maka semakin besar kapasitas infiltrasi, ditunjukkan dengan nilai R^2 sebesar 0,91.

Kata kunci: Air Larian, Curah Hujan, Genangan, Infiltrasi

SUMMARY

BIG WATER RUNNING AND INFILTRATION CAUSED BY RAIN IN THE MENTENG SETTLEMENT AREA, PALANGKA RAYA CITY, Jonathan Edoward Valentino, 2021, Department/Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Menteng Street is one of the roads that often experiences inundation. One of the factors for the occurrence of inundation is runoff, where rainwater does not infiltrate into the ground so that it becomes a puddle. From these conditions where the surface runoff caused by the flow rate that exceeds its capacity. In this study, runoff and infiltration rates were measured to see the relationship between rainfall, runoff water, groundwater level, infiltration and water content.

This research was conducted at Jalan Menteng XXII, by making a plot to measure the location of runoff measuring 2 x 10 m, equipped with plot boundaries 15 cm above the ground and 5 cm below the ground and also 6 run-off water reservoirs. Measurement of rainfall using a rain gauge equipped with a rainfall reservoir. Groundwater level was measured using a groundwater sensor and measurements were made monitoring wells for infiltration measurements using a double ring infiltrometer. The time of the research was carried out in the range of November 2020 - December 2020.

From the results of the research, the largest runoff occurred on November 7, 2020, amounting to 3,37 mm, with 42.34 mm of rainfall, 26.97 mm/hour of rain intensity, and 13 cm of groundwater level. From a total of 32 days of rain, 24 days of rain there was runoff with a range of 0.00 mm – 3.38 mm per rain event. The rainfall has a significant relationship to water runoff, with indicated by the value of R^2 of 0.98. The relationship between the flowing water with ground water level is getting smaller groundwater levels, the greater the water runoff that occurs, indicated by the value of R^2 of 0.65. The value of the infiltration rate from December 2, 2020 – December 20, 2020, obtained a range value of 1.4 – 3 cm/hour classified in the slow-medium class using the Horton method while the infiltration rate value on December 11, 2020 is actually 2.9 cm/hour and vertically 2.4 cm/hour. The relationship between water runoff and infiltration is less infiltration, the water runoff that occurs the greater and conversely the greater the infiltration rate, the smaller the water run-off indicated by the value of R^2 of 0.70. The relationship between infiltration and water content is that the greater the water content, the smaller the infiltration capacity. Conversely, the smaller the water content, the greater the infiltration capacity, as indicated by the value of R^2 of 0.91.

Keywords: *Running Water, Rainfall, Inundation, Infiltration*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
PRAKATA	ii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Daur Hidrologi.....	5
2.2 Air Larian (Surface Run-Off)	6
2.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Air Larian	7
2.3.1 Presipitasi	7
2.3.2 Intensitas Curah Hujan	9
2.3.3 Arah Pergerakan Curah Hujan	9
2.3.4 Kondisi-Kondisi Meteorology yang lain	9
2.4 Koefisien Pengaliran	9
2.5 Pengukuran Air Larian Permukaan.....	11
2.6 Infiltrasi	12
2.6.1 Pengukuran Infiltrasi	13
2.6.2 Metode Horton	14
2.7 Topografi	15
2.8 Air Tanah	16
2.9 Kadar Air	17
2.10 Penelitian Terdahulu	18

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Lokasi Penelitian	21
3.2	Data Penelitian	23
3.3	Alat dan Bahan	23
3.4	Prosedur Penelitian.....	24
3.4.1	Pengumpulan Data Air Larian.....	24
3.4.2	Pengumpulan Data Infiltrasi	26
3.4.3	Pengambilan Contoh Tanah Untuk Mendapatkan Nilai Kadar Air Tanah.....	28
3.5	Analisis Data.....	30
3.5.1	Data Air Larian.....	30
3.5.1	Data Infiltrasi.....	32

BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Lapisan Tanah	37
4.2	Pengukuran Kemiringan Lahan dan Hasil Analisis	38
4.3	Pemasangan Plot Air Larian	42
4.4	Pengukuran Curah Hujan dan Intensitas Hujan	44
4.5	Pengukuran Tinggi Muka Air	47
4.6	Pengukuran dan Perhitungan Air Larian	50
4.7	Hubungan Curah Hujan dengan Air Larian	52
4.8	Hubungan Air Larian dengan Tinggi Muka Air Tanah (Δh).	53
4.9	Hubungan Air Larian dengan Infiltrasi	55
4.10	Analisis Perhitungan Laju Infiltrasi	57
4.11	Analisis Perhitungan Laju Infiltrasi Secara Aktual	63
4.12	Hubungan Kadar Air dan Infiltrasi	64

BAB V PENUTUP

4.1	Kesimpulan	72
4.1	Saran	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Koefisien Aliran Untuk Metode Rasional	10
Tabel 2.2 Klasifikasi Laju Infiltrasi Tanah	12
Tabel 2.3 Kelas Kemiringan Lereng dan Nilai Skor Kemiringan Lereng	16
Tabel 3.1 Form Pengisian Data Laju Infiltrasi	33
Tabel 4.1 Perhitungan Kemiringan Lahan	41
Tabel 4.2 Pengukuran Curah Hujan dan Intensitas Hujan	45
Tabel 4.3 Pengukuran Tinggi Muka Air Tanah.....	48
Tabel 4.4 Pengukuran Air Larian	51
Tabel 4.5 Pengukuran Infiltrasi	55
Tabel 4.6 Pengukuran Air Larian dan Infiltrasi.....	56
Tabel 4.7 Data Hasil Pengamatan Selisih Tinggi Muka Air	57
Tabel 4.8 Pengujian Laju Infiltrasi Rata-Rata di Lapangan.....	58
Tabel 4.9 Hubungan ($\log f-f_c$) dan t	60
Tabel 4.10 Rekapitulasi Kapasitas Infiltrasi Model Horton.....	62
Tabel 4.11 Kelas Klasifikasi Laju Infiltrasi	63
Tabel 4.12 Daftar Hasil Pengamatan Pengukuran Laju Infiltrasi Secara Aktual	64
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Kadar Air Akibat Hujan Tanggal 2 Desember 2020.	65
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Kadar Air Akibat Hujan Tanggal 5 Desember 2020.	65
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Kadar Air Akibat Hujan Tanggal 8 Desember 2020.	66
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Kadar Air Akibat Hujan Tanggal 9 Desember 2020.	66
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Kadar Air Akibat Hujan Tanggal 11 Desember 2020	67
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Kadar Air Akibat Hujan Tanggal 13 Desember 2020	67

Tabel 4.19 Hasil Rekapitulasi Pengujian Kadar Air	68
---	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Siklus Hidrologi.....	5
Gambar 2.2 Double Ring Infiltrometer.....	14
Gambar 3.1 Peta Kota Palangka Raya	21
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian.....	22
Gambar 3.3 Plot Lokasi Lahan Penelitian.....	22
Gambar 3.4 Sketsa Pengukuran Muka Air Tanah	31
Gambar 3.5 Diagram Bagan Alir	36
Gambar 4.1 Lapisan Tanah Lokasi Penelitian.....	37
Gambar 4.2 Sketsa Penempatan Patok.....	38
Gambar 4.3 Elevasi dan Arah Aliran Pada Plot Air Larian	39
Gambar 4.4 Sketsa Lahan Plot Air Larian	40
Gambar 4.5 Pemasangan Papan Pembatas Plot.....	42
Gambar 4.6 Pemasangan Pipa Saluran Air Larian	43
Gambar 4.7 Plot Air Larian.....	44
Gambar 4.8 Pengukuran Tinggi Muka Air Tanah	47
Gambar 4.9 Pengukuran Air Larian.....	50
Gambar 4.10 Hubungan Curah Hujan dan Air Larian.....	52
Gambar 4.11 Diagram Air Larian dan Tinggi Muka Air Tanah	53
Gambar 4.12 Hubungan Air Larian dengan Tinggi Muka Air Tanah	54
Gambar 4.13 Diagram Air Larian dengan Infiltrasi	55
Gambar 4.14 Hubungan Air Larian dengan Infiltrasi.....	56
Gambar 4.15 Kurva Laju Infiltrasi Hujan 33,74 mm	59
Gambar 4.16 Grafik hubungan $\log (f-f_c)$ dan t	60
Gambar 4.17 Kurva Kapasitas Infiltrasi Model Horton.....	61
Gambar 4.18 Rekapitulasi Kapasitas Infiltrasi Model Horton	62
Gambar 4.19 Grafik Rekapitulasi Kadar Air Tanah.....	68
Gambar 4.20 Grafik Hubungan Kadar Air dan Infiltrasi.....	69
Gambar 4.21 Pengambilan Sampel A.....	70
Gambar 4.22 Pengambilan Sampel B	70

Gambar 4.23 Memasukkan Sampel Tanah di Oven	71
Gambar 4.24 Penimbangan Sampel Tanah	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Genangan air masih sering menjadi masalah di ruas jalan perkotaan di Indonesia, terutama di musim hujan. Genangan yang sering ditemui di kawasan perkotaan sering diartikan sebagai kawasan di mana sistem drainasenya tidak ada dan atau tidak cukup untuk menampung air tersebut untuk ke luar kawasan. Air yang akan terus tertahan kemudian menjadi kumpulan air yang dinamakan genangan (Kusumadewi, Djakfar, & Bisri, 2012).

Salah satu kawasan permukiman perkotaan yang masih dan sering terjadi genangan adalah merupakan kawasan permukiman jalan Menteng. Jalan Menteng adalah salah satu jalan protokol yang menghubungkan kawasan permukiman, kawasan pertokoan dan kawasan pendidikan. Sebagai jalan yang tergolong sibuk dan dilintasi banyak pengendara sebaiknya tidak ada hambatan yang dialami pengendara.

Namun saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi dan dengan durasi yang lama daerah di sekitar kawasan tersebut sering kali tergenang, yang dapat menghambat para pengendara bahkan menimbulkan kecelakaan. Peristiwa terjadinya genangan akibat terjadinya air larian yang disebabkan oleh debit aliran yang melebihi kapasitasnya.

Air larian adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau dan lautan. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah

ada yang langsung masuk ke dalam tanah disebut air infiltrasi. Sebagian ada juga bagian dari air hujan yang telah masuk ke dalam tanah, terutama pada tanah yang hampir atau telah jenuh, air tersebut ke luar permukaan tanah lagi dan mengalir ke bagian yang lebih rendah, aliran air permukaan disebut air larian.

Berdasarkan pengamatan, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya air larian dan infiltrasi yang terjadi pada kawasan permukiman daerah Menteng yang diakibatkan oleh hujan .

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas maka dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Berapakah besar air larian yang terjadi pada jalan kawasan permukiman daerah Menteng yang diakibatkan oleh hujan?
2. Berapakah besar laju infiltrasi yang terjadi pada jalan kawasan permukiman daerah Menteng yang diakibatkan oleh hujan?
3. Bagaimanakah hubungan antara air larian dengan infiltrasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui besar air larian yang terjadi pada jalan kawasan permukiman daerah Menteng yang diakibatkan oleh hujan.
2. Mengetahui besar laju infiltrasi yang terjadi pada jalan kawasan permukiman daerah Menteng yang diakibatkan oleh hujan.

3. Menganalisis hubungan antara air larian dengan infiltrasi.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dipengaruhi oleh berbagai macam parameter. Oleh karena itu, agar penelitian ini berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan maka dibuat batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian, antara lain:

1. Penelitian ini dilakukan pada kawasan permukiman Menteng.
2. Pengujian besar air larian dilakukan di lapangan terbuka dengan satu buah plot penelitian dengan ukuran 2 x 10 m.
3. Faktor penghambat seperti vegetasi (*vegetal cover*), *interception* dan bahan non organik tidak diperhitungkan.
4. Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu curah hujan, infiltrasi, kemiringan lahan, tinggi muka air tanah, dan air larian per meter luas.
5. Penelitian dilakukan minimal sebanyak sepuluh kali hari hujan.
6. Pengukuran laju infiltrasi berdasarkan SNI 7752:2012.
7. Pengukuran laju infiltrasi dilakukan minimal 10 kali kejadian hujan di 3 titik kawasan perumahan Menteng XXII dengan luas lahan 25 x 40 m.
8. Penentuan lokasi pengambilan sampel tanah hanya berdasarkan satu kawasan.
9. Kondisi lahan penelitian permukiman berpenghuni.
10. Penelitian ini dilakukan pada jenis tanah gambut.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini:

1. Memberikan data dan informasi mengenai besarnya air larian dan laju infiltrasi yang berpengaruh terhadap genangan yang terjadi pada kawasan permukiman daerah Menteng di kota Palangka Raya.
2. Sebagai bahan masukan bagi instansi terkait dalam upaya pengendalian banjir yaitu mengurangi genangan pada kawasan permukiman daerah Menteng di kota Palangka Raya.

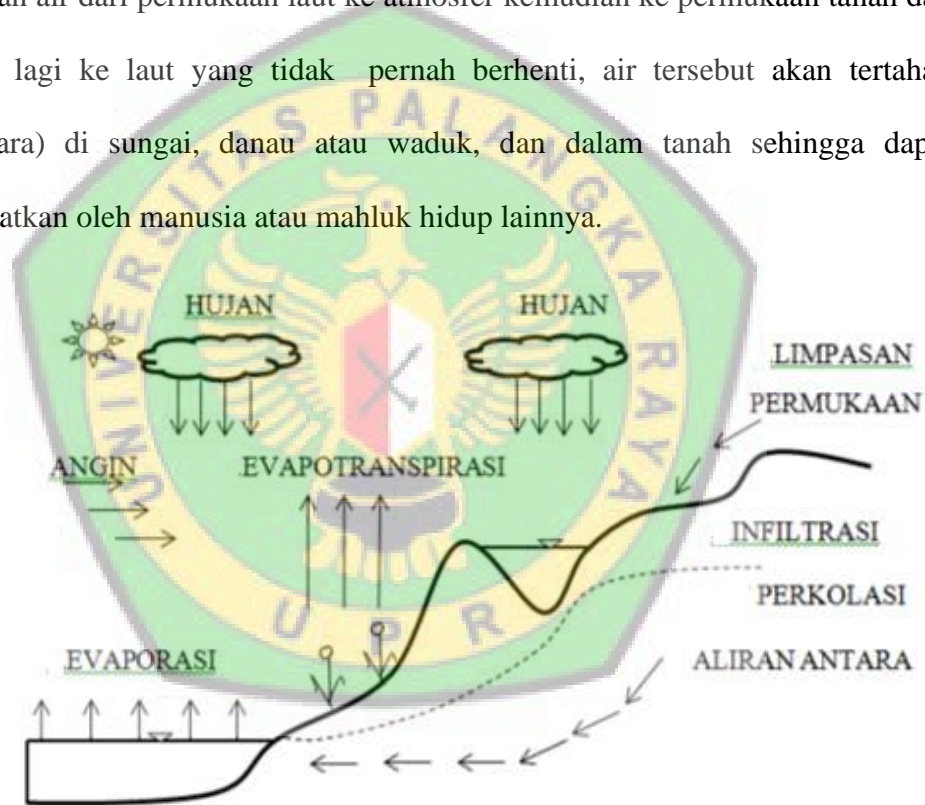


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daur Hidrologi

Daur hidrologi secara alamiah yaitu menunjukkan gerakan air di permukaan bumi. Menurut (Asdak, 2010) selama berlangsungnya daur hidrologi, yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti, air tersebut akan tertahan (sementara) di sungai, danau atau waduk, dan dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup lainnya.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Sumber: Triatmodjo, 2008

Konsep daur hidrologi dapat diperluas dengan memasukkan gerakan/perjalanan sedimen, unsur-unsur hara, dan biota yang terlarut dalam air. Dengan konsep daur hidrologi secara lebih luas, maka dapat digunakan sebagai

konsep kerja untuk analisis dari berbagai permasalahan, misalnya dalam perencanaan dan evaluasi pengelolaan DAS.

Dalam daur hidrologi, masukan berupa curah hujan akan didistribusikan melalui beberapa cara, yaitu air lolos (*throughfall*), aliran batang (*stemflow*), dan air hujan langsung sampai ke permukaan tanah untuk kemudian terbagi menjadi air larian, evaporasi dan air infiltrasi. Gabungan evaporasi uap air hasil proses transpirasi dan intersepsi dinamakan evapotranspirasi. Sedangkan air larian dan air infiltrasi akan mengalir ke sungai sebagai debit aliran (Asdak, 2010).

2.2 Air Larian (*Surface Run-Off*)

Air larian adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau, dan lautan. Jumlah air yang menjadi limpasan sangat bergantung kepada jumlah air hujan persatuan waktu, keadaan penutup tanah, topografi (terutama kemiringan lahan), jenis tanah, dan ada atau tidaknya hujan yang terjadi sebelumnya. Limpasan permukaan dengan jumlah dan kecepatan yang besar sering menyebabkan pemindahan atau pengangkutan massa tanah secara besar-besaran (Rahim, 2000).

Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang langsung masuk ke dalam tanah disebut air infiltrasi. Sebagian lagi tidak sempat masuk ke dalam tanah dan oleh karenanya mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Ada juga bagian air hujan yang telah masuk ke dalam tanah, terutama pada tanah yang hampir atau telah jenuh, lalu air tersebut ke luar permukaan tanah lagi dan mengalir ke bagian yang lebih rendah. Kedua fenomena aliran air permukaan itu

disebut air larian. Sebelum air dapat mengalir di atas permukaan tanah, curah hujan terlebih dahulu harus memenuhi keperluan air untuk evaporasi, intersepsi, infiltrasi, dan berbagai bentuk cekungan tanah (*surface detentions*) dan bentuk penampungan air lainnya.

2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi Air Larian

Aliran sungai itu tergantung dari berbagai faktor secara bersamaan. Faktor-faktor ini dibagi menjadi 2 kelompok, yakni elemen-elemen meteorologi yang diwakili oleh curah hujan dan elemen-elemen daerah pengaliran yang menyatakan sifat-sifat fisik daerah pengaliran (Sosrodarsono dan Takeda, 1993). Faktor-faktor yang termasuk dalam kelompok elemen-elemen meteorologi adalah sebagai berikut:

2.3.1 Presipitasi

Salah satu bentuk presipitasi yang terpenting di Indonesia adalah hujan. Hujan merupakan gejala meteorologi dan juga unsur klimatologi. Hujan adalah hydrometeor yang jauh berupa partikel-partikel air yang mempunyai diameter 0,5 mm atau lebih. Hydrometeor yang jatuh ke tanah disebut hujan sedangkan yang tidak sampai tanah disebut Vigna (Tjasyono, 2006).

Curah hujan merupakan salah satu unsur cuaca yang datanya diperoleh dengan cara mengukurnya dengan menggunakan alat penakar hujan, sehingga dapat diketahui jumlahnya dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan 1 mm adalah jumlah air hujan yang jatuh di permukaan per satuan luas (m^2) dengan catatan tidak

ada yang menguap, meresap atau mengalir. Jadi, curah hujan sebesar 1 mm setara dengan 1 liter/m² (Aldrian, E.dkk, 2011).

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi (Wesli, 2008).

Penakar hujan adalah instrumen yang digunakan untuk mendapatkan dan mengukur jumlah curah hujan pada satuan waktu tertentu. Penakar hujan mengukur tinggi hujan seolah-olah air hujan yang jatuh ke tanah menumpuk ke atas merupakan kolom air. Air yang tertampung volumenya dibagi dengan luas corong penampang, hasilnya adalah tinggi atau tebal, satuan yang dipakai adalah milimeter (mm) (Manullang, 2013).

Secara umum alat penakar hujan terbagi dalam 2 jenis yaitu alat penakar hujan tidak otomatis dan alat penakar hujan otomatis. Alat penakar hujan tidak otomatis biasanya hanya berupa kontainer atau ember yang telah diketahui diameternya. Alat penakar curah hujan otomatis adalah alat penakar hujan yang mekanisme pencatatan besarnya curah hujan bersifat otomatis. Tiga jenis alat penakar hujan otomatis yang sering digunakan adalah *weighing bucket*, *raingauge*, dan *tipping bucket*.

Menentukan lokasi alat penakar presipitasi harus mampu mewakili daerah yang akan diamati dan dapat dipantau secara teratur untuk mengetahui apakah ada perubahan yang terjadi pada alat penakar atau ada hal lain yang mengganggu.

2.3.2 Intensitas Curah Hujan

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

2.3.3 Arah Pergerakan Curah Hujan

Umumnya pusat curah hujan itu bergerak. Jadi suatu curah hujan lebat bergerak sepanjang sistem aliran sungai akan sangat mempengaruhi debit puncak dan lamanya air larian.

2.3.4 Kondisi-kondisi Meteorologi yang lain

Seperti telah dikemukakan di atas, dari elemen-elemen meteorologi, curah hujan mempunyai pengaruh yang terbesar pada limpasan. Secara tidak langsung, suhu, kecepatan angin, tekanan udara rata-rata, curah hujan tahunan dan seterusnya yang berhubungan satu dengan yang lain juga mengontrol iklim di daerah itu dan mempengaruhi limpasan.

2.4 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisiensi pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan di kemudian hari. Koefisien aliran permukaan didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi koefisiensi adalah laju infiltrasi tanah,

kemiringan lahan, tanaman penutup lahan dan intensitas hujan. Selain itu juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah, air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah dan simpanan depresi.

Tabel 2.1 Koefisien Aliran untuk Metode Rasional

Deskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien Aliran, C
Business	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	
Rumah tunggal	0,30 – 0,50
Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan	
Aspal dan beton	0,70 – 0,95
Batu bata, paving	0,50 – 0,70
Atap	0,75 – 0,95
Halaman, tanah berpasir	
Datar 2%	0,05 – 0,10
Rata-rata, 2 – 7%	0,10 – 0,15
Curam, 7%	0,15 – 0,20
Halaman, tanah berat	
Datar 2%	0,13 – 0,17
Rata-rata, 2 – 7%	0,18 – 0,22
Curam, 7%	0,25 – 0,35
Halaman kereta api	0,10 – 0,35
Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
Taman, perkebunan	0,10 – 0,25
Hutan	
Datar , 0 – 5%	0,10 – 0,40
Bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,50
Berbukit, 10 – 30%	0,30 – 0,60

Sumber: Suripin, 2004

2.5 Pengukuran Air Larian Permukaan

Perkiraan air larian terdapat dua cara, yaitu cara pendekatan persamaan empiris dan cara langsung. Perkiraan dengan pendekatan empiris umumnya dilakukan untuk penulisan laporan-laporan teknis tentang hidrologi atau perencanaan sumber daya air. Kekurangannya adalah karena perhitungan air larian tersebut dilakukan dengan menggunakan persamaan empiris, maka tingkat akurasi hasil perhitungan juga tidak sebaik apabila perhitungan air larian dilakukan dengan cara pengukuran langsung di lapangan.

Pengukuran besarnya air larian di lapangan biasanya dilakukan dengan membuat plot pengukuran air larian. Ukuran plot air larian umumnya bervariasi tergantung pada bentuk dan besaran *treatment* serta luas wilayah yang akan menjadi kajian. Plot dengan ukuran lebar 2 m dan panjang antara 42 – 86 m sering digunakan untuk penelitian-penelitian air larian untuk mengukur besarnya transport sedimen (Ebisemiju, 1990). Plot air larian dan erosi yang lebih sederhana dibuat oleh USDA (*United States Department of Agriculture*) (Wischmeier & Smith, 1978) dengan ukuran 4 x 22 m. Sinun et al (1992), mengukur besarnya air larian di hutan hujan tropis yang bentuk perlakuannya adalah dengan menghilangkan tumbuhan bawah dan penutupan tanah lainnya dengan menggunakan plot yang berukuran 2 x 10 m (Yosua Lama Lewa, 2019) yang diperkirakan akan meningkatkan *edge effect* yang disebabkan oleh vegetasi di sekitar batas plot.

2.6 Infiltrasi

Infiltrasi didefinisikan sebagai proses masuknya air ke dalam 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 dalam waktu tertentu. Sedangkan kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum air meresap ke dalam tanah (Haridjaja, Murtilaksono dan Rachman, 1991).

Laju infiltrasi diklasifikasi menjadi tujuh kelas Kohnke (1968) berdasarkan nilai laju infiltrasi konstan (Tabel 2.2)

Tabel 2.2 Klasifikasi Laju Infiltrasi Tanah

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, 1968

2.6.1 Pengukuran Infiltrasi

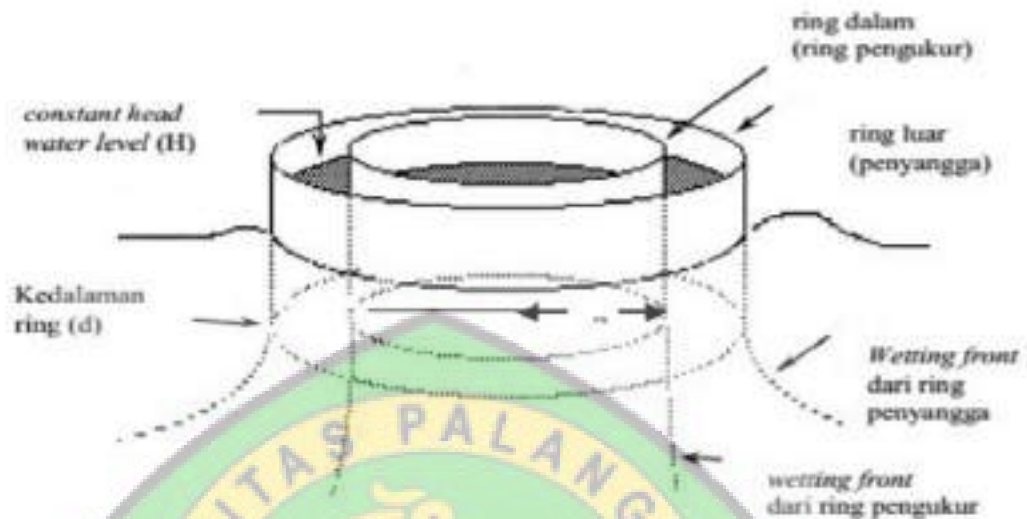
Pengukuran infiltrasi dimaksudkan untuk memperoleh gambaran tentang besaran dan laju infiltrasi serta variasi sebagai waktu. Cara pengukuran yang dapat dilakukan adalah dengan pengukuran lapangan menggunakan alat infiltrometer. Infiltrometer merupakan suatu tabung baja silindris pendek, berdiameter besar (atau suatu batas kedap air lainnya) yang mengitari suatu daerah dalam tanah (Seyhan, 1990). Ring infiltrometer utamanya digunakan untuk menetapkan infiltrasi kumulatif, laju infiltrasi, dan kapasitas infiltrasi.

Ada dua bentuk ring infiltrometer, yaitu *single* ring infiltrometer dan *double* atau *concentric-ring* infiltrometer. *Single* ring infiltrometer umumnya berukuran diameter 10-50 cm dan panjang atau tinggi 10-30 cm. Ukuran *double* ring infiltrometer adalah ring pengukur/ring dalam umumnya berdiameter 15 cm, sedangkan ring bagian luar (ring penyangga/*buffer ring*) berdiameter 30 cm dengan tinggi 20 cm (David Edwardo, 2019).

Pada dasarnya tidak ada perbedaan antara *single* ring infiltrometer dan *double*, pengukuran dengan *single* ring infiltrometer dapat menggunakan lingkaran tengah *double* ring infiltrometer. Hanya saja yang membedakan kedua alat tersebut adalah pendekatannya dimana untuk *double* ring infiltrometer, ring bagian luar bertujuan untuk mengurangi pengaruh batas dari tanah agar air tidak dapat menyebar secara lateral di bawah permukaan tanah.

Menurut (Sosrodarsono dan Takeda, 1993), Penggunaan *double* ring infiltrometer, lingkaran luar digunakan untuk mencegah peresapan ke luar dari air

dalam lingkaran tengah setelah meresap ke dalam tanah. Ditujukan untuk mengurangi pengaruh rembesan lateral.



Sumber: <https://dokumen.tips/documents/cara-penggunaaninfiltrometer.html>

Gambar 2.2 Double Ring Infiltrometer

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, laju infiltrasi dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$f = \frac{\Delta H}{\Delta t} \times 60 \text{ (cm/jam)} \quad (2-1)$$

Keterangan:

f : Laju infiltrasi (cm/jam)

ΔH : Perubahan tinggi muka air tiap selang waktu (cm)

Δt : Selang waktu pengukuran (menit)

2.6.2 Metode Horton

Model Horton adalah satu model infiltrasi yang terkenal dalam hidrologi. Kapasitas Infiltrasi berkurang seiring dengan bertambahnya waktu hingga mendekati nilai yang konstan. Infiltrasi membagi curah hujan menjadi dua yaitu

menyerap ke dalam tanah dan sisanya menjadi limpasan atau terjadi penguapan. Perubahan di permukaan tanah dapat mempengaruhi infiltrasi. Ketika intensitas curah hujan kurang dari kapasitas infiltrasi, semua air mencapai tanah dapat menyerap. Tetapi jika intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi, infiltrasi akan terjadi hanya pada tingkat kapasitas infiltrasi, dan air yang melebihi kapasitas infiltrasi akan menjadi limpasan permukaan, atau menguap. Secara umum, kapasitas infiltrasi awal pada tanah yang kering tinggi (Horton, 1940).

2.7 Topografi

Topografi berperan dalam menentukan kecepatan dan volume air larian. Kemiringan dan panjang lereng adalah dua sifat topografi yang paling berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi (Arsyad, 2010).

Kemiringan lereng memperbesar jumlah aliran permukaan, semakin curam lereng juga memperbesar kecepatan aliran permukaan yang dengan demikian memperbesar energi angkut aliran permukaan. Jika lereng permukaan tanah menjadi dua kali lebih curam, maka banyaknya erosi per satuan luas menjadi 2,0 sampai 2,5 kali lebih besar. Erosi semakin besar dengan semakin curam lereng. Sementara besarnya erosi menjadi lebih dari dua kali lebih besar dengan lereng menjadi dua kali lebih curam jumlah aliran permukaan tidak banyak bertambah bahkan cenderung mendatar. Hal ini disebabkan, karena jumlah aliran permukaan dibatasi oleh jumlah air yang jatuh (Arsyad, 2010).

Tabel 2.3 Kelas Kemiringan Lereng dan Nilai Skor Kemiringan Lereng

Kelas	Kemiringan (%)	Klasifikasi
I	0 – 8	Datar
II	> 8 – 15	Landai
III	> 15 – 25	Agak Curam
IV	> 25 – 45	Curam
V	> 45	Sangat Curam

Sumber: Pedoman Penyusunan Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah, 1986

2.8 Air Tanah

Air yang berada di wilayah jenuh permukaan tanah disebut air tanah. Tinggi muka air tanah tidak bersifat statis, melainkan berfluktuasi naik turun tergantung pada fluktuasi curah hujan (Asdak, 1995).

Air tanah merupakan salah satu bagian/unsur siklus hidrologi yang bersifat rahasia, karena manusia tidak dapat melihat aliran air di dalam tanah. Manusia membuat/menggali lubang kemudian mengamati air tanah dalam sumur itu, baik dengan metode elektrik, maupun metode sonik (kecepatan bunyi) (Martha dan Adidarma, 1982).

Lubang tanah yang dibuat untuk mengamati air tanah ada 3 jenis yaitu:

- a. Piezometer

Terdiri dari pipa/casing bambu atau PVC yang dilubangi bagian ujung bawahnya, kemudian dimasukkan ke dalam lubang bor sampai menembus formasi geologi yang hendak diamati muka airnya.

b. Sumur Pengamat (*Observation Well*)

Terdiri dari pipa/casing yang dindingnya digergaji atau dilubangi dan langsung dimasukkan lubang bor tanpa dinding pengikat, tidak menembus lapisan kedap air, karena sumur ini berfungsi sebagai tempat pengamatan muka air bebas (Yosua Lama Lewa, 2019).

c. Sumur Produksi (*Production Well*)

Sumur produksi dapat berfungsi sebagai sumur pengamat bagi air dari lapisan pembawa air yang tertekan.

Alat pengukuran muka air secara manual yang umum dipakai adalah dengan menggantungkan kabel berikut pemberat dalam sumur, dilengkapi dengan atau tanpa peralatan elektrik untuk mengeluarkan suara atau nyala lampu pada waktu pemberat menacapai muka air.

2.9 Kadar Air

Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah (berat bagian yang padat), dinyatakan dalam persen.

Pengukuran kadar air mengikuti standar ASTM D2216-10 (ASTM, 2010) sebagai berikut:

1. Cawan uji dibersihkan lalu ditimbang sebagai berat cawan kosong (W_1).

2. Contoh tanah dimasukkan ke dalam cawan kemudian timbang (W_2).
3. Cawan berisi contoh tanah dimasukkan ke dalam oven selama 16 – 24 jam pada suhu $105^\circ - 110^\circ \text{C}$.
4. Setelah ± 24 jam cawan berisi contoh tanah dipindahkan dari oven ke desikator.
5. Setelah dingin sampel tanah ditimbang (W_3)
6. Kadar air tanah dalam persen dihitung dengan persamaan

$$W = W_w / W_s \times 100\% \quad (2-2)$$

Atau

$$W = ((W_2 - W_3)) / ((W_3 - W_1)) \times 100\%$$

Keterangan:

W : Kadar Air (%)

W_1 : Berat Cawan (gram)

W_2 : Berat Cawan + tanah basah (gram)

W_3 : Berat Cawan + tanah kering (gram)

2.10 Penelitian Terdahulu

Devianti (2018) dengan penelitian “Kajian Tingkat Laju Limpasan Permukaan dan Erosi Berdasarkan Pengelolaan Tanaman Pertanian Sistem Agroforestry di DAS Cianten Cipancar, Provinsi Jawa Barat, Indonesia” menyimpulkan bahwa pada plot dengan ukuran 4 x 22m, kemiringan 18% tingkat laju limpasan permukaan rata-rata dan erosi rata-rata pada sistem tanam agroforestry dengan

pengelolaan tanaman pertanian tumpangsari berturut-turut adalah 0,28 mm dan 9,27 kg/ha.

Yosua Lama Lewa (2019) dengan penelitian “Analisis Air Larian (*Surface Run Off*) di Wilayah Jalan Temanggung Tilung, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah” dalam rentang waktu pengukuran adalah dari bulan Juni hingga November 2019 dengan kondisi lahan *regrowing*. Air larian tertinggi terjadi pada tanggal 06 Oktober 2019 dengan curah hujan 123,50 mm dan air larian 0,272 mm, dan air larian terendah terjadi pada tanggal 23 september 2019 dengan curah hujan 4,77 mm dan air larian 0,002 mm. Dari total 20 hari kejadian hujan, 10 hari kejadian hujan terdapat air larian dengan range sebesar 0,04% – 0,48% per kejadian hujan.

Aditya Priyo Utomo (2020) dengan penelitian “Laju Infiltrasi Dan *Runoff* Kelurahan Rangka Mekar, Kecamatan Bogor Selatan, Kota Bogor” menyimpulkan pada Kelurahan Rangka Mekar yang akan bangun area perumahan, dilakukan uji infiltrasi menggunakan infiltrometer cincin ganda dengan acuan SNI 7752-2012 dan analisis debit limpasan. Hasilnya menunjukkan bahwa pada kelurahan Rangka Mekar memiliki kemampuan infiltrasi sedang cepat-cepat, sedangkan nilai debit limpasan tergolong rendah yakni $0,0050\text{mm}^3/\text{jam}$ – $0,2\text{mm}^3/\text{jam}$.

David Edwardo (2019) dengan penelitian “ Analisis Laju Infiltrasi di Kawasan Temanggung Tilung Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah” menunjukkan nilai laju infiltrasi tertinggi sebesar 6,4 cm/jam terjadi pada curah hujan 9,87 mm, dan laju infiltrasi terendah sebesar 1,6 cm/jam terjadi pada curah hujan 2,86 mm. Dari 10 kali kali total pengamatan dan pengukuran, hanya pada

curah hujan 123,5 mm dengan pengamatan 1 jam, air yang terinfiltrasi persentasenya sebesar 46,68% dan sisanya 53,32% menjadi genangan (*surface run off*), dan pada curah hujan yang lain tidak ada air yang menjadi genangan (*surface run off*) semua air habis terinfiltrasi serta kadar air bukan menjadi faktor utama satu-satunya dari infiltrasi ditunjukkan dengan nilai R^2 sebesar 0,51%.

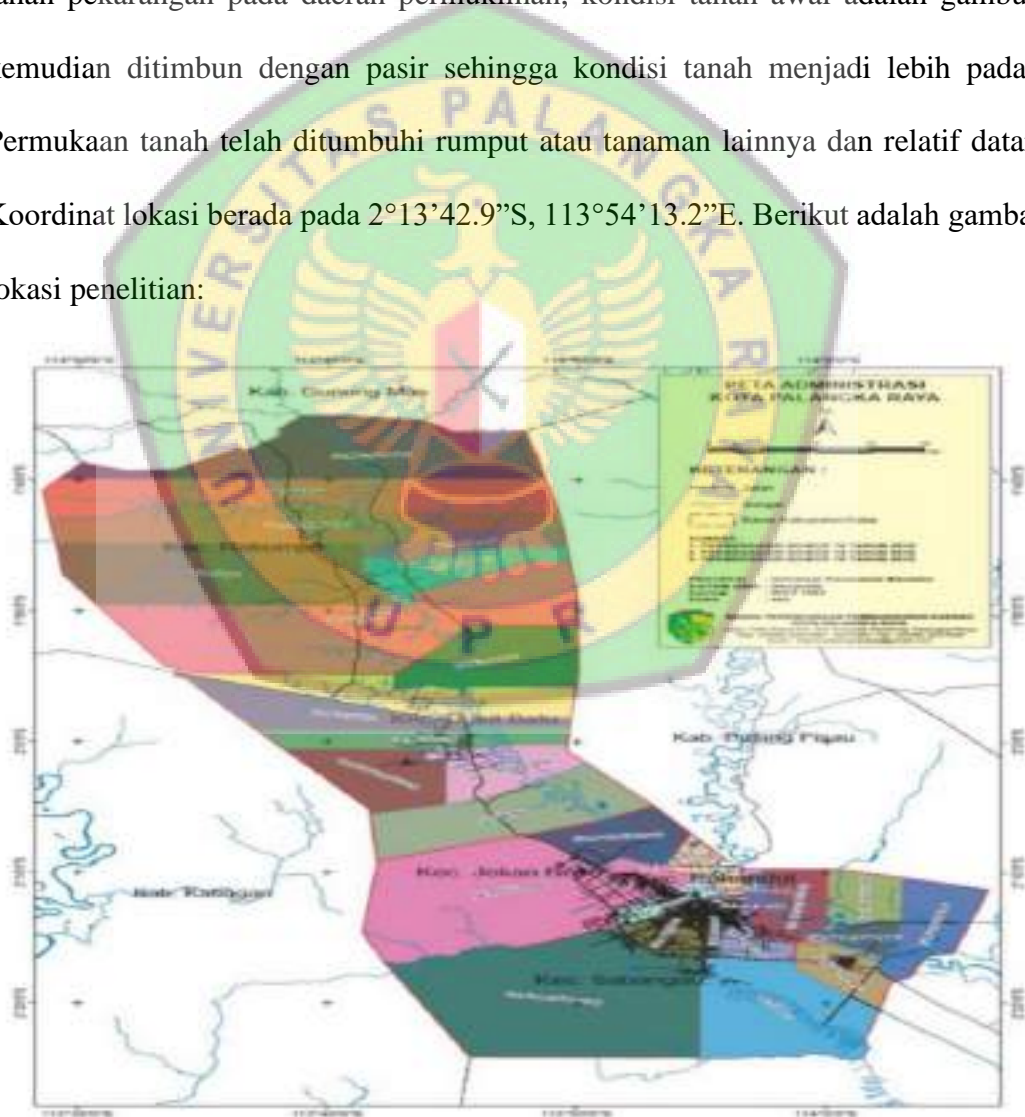


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di jalan Menteng XXII, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Dengan menggunakan lahan berukuran 25 x 40 m, berupa lahan pekarangan pada daerah permukiman, kondisi tanah awal adalah gambut, kemudian ditimbun dengan pasir sehingga kondisi tanah menjadi lebih padat. Permukaan tanah telah ditumbuhi rumput atau tanaman lainnya dan relatif datar. Koordinat lokasi berada pada 2°13'42.9"S, 113°54'13.2"E. Berikut adalah gambar lokasi penelitian:



Sumber: <https://palangkaraya.go.id/selayang-pandang/geografis/>

Gambar 3.1 Peta Kota Palangka Raya



Sumber: Google Maps

Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 3.3 Plot Lokasi Lahan Penelitian

Waktu penelitian akan dilakukan selama minimal sepuluh hari terjadinya hujan dan dan diukur di 3 titik.

3.2 Data Penelitian

Data penelitian yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Data curah hujan menggunakan *rain bucket* (berserta bak tampung)
- b. Data durasi hujan
- c. Kemiringan lahan
- d. Data tinggi muka air tanah
- e. Data laju infiltrasi
- f. Data kapasitas infiltrasi
- g. Data air larian
- h. Data kadar air

3.3 Alat dan bahan

1. *Rain bucket*
2. Pipa PVC
3. *Double ring* infiltrometer
4. Alat sensor muka air tanah
5. Selang transparan
6. Gelas ukur (ml)
7. Bak tampung (ember)
8. Patok
9. Plastik
10. Cangkul dan Parang
11. Alat Ukur (meteran)



12. Alat Tulis
13. Kamera
14. Alat pemukul palu
15. Penahan percikan berupa plastik
16. Wadah persediaan air berupa drum atau ember besar
17. Stopwatch
18. Buku catatan dan form isian berupa tabel data pengukuran
19. Sekop untuk mencabut cincin infiltrometer dari tanah.
20. Cawan
21. Timbangan
22. Oven

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengumpulan data Air Larian

Metode pengumpulan data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Pemasangan alat *rain bucket* dan pipa pantau muka air tanah bebas dilakukan untuk memperoleh data yang berkesinambungan.
 - a. Pencatatan curah hujan dilakukan satu hari setelah terjadi hujan dan dilakukan pada pukul 07.00 WIB pagi sehingga diperoleh akumulasi curah hujan dalam satu hari (mm/hari).
 - b. Pencatatan tinggi muka air tanah menggunakan alat sensor muka air yang dimasukkan ke dalam sumur pantau terbuat dari pipa PVC berlubang sisinya yang telah tertanam ke tanah tanpa menembus lapisan kedap air.

Pengukuran dilakukan sehari setelah hujan dan minimal dua kali seminggu apabila tidak terjadi hujan.

2. Pengukuran kemiringan lahan dengan metode sederhana *leveling waterpass* menggunakan prinsip level selang transparan yang berisi air, kemudian kedua ujung selang diikat pada dua buah patok yang dipasang pada jarak yang telah ditentukan. Beda tinggi kedua air pada selang diukur kemudian dibagi dengan jarak kedua patok dan dikalikan 100%, sehingga didapatkan persentase kemiringan lahan. Untuk menghitung persen kemiringan dapat digunakan persamaan berikut (Hidayat, 2001):

$$\text{Kemiringan } Slope (S) = \frac{\Delta h}{D} \times 100\% \quad (3-1)$$

Keterangan rumus:

S : kemiringan lahan (%)

D : jarak antar titik (m)

Δh : beda tinggi (m)



3. Data air larian didapatkan dengan membuat plot lahan berukuran 2 x 10 m mengacu pada *Handbook For Agrohydrology* (Miller S, 1994) yang menyatakan dimensi plot harus sesuai dengan estimasi *run off* yang diperkirakan, ukuran plot 10 m² sampai 100m². Sinun et al (1992) mengukur air larian di hutan hujan tropis dengan perlakuan menghilangkan tumbuhan penutup tanah, ukuran plot yang digunakan 2 x 10 m.

Plot dipagari spanduk dengan ketinggian 15 cm sampai 20 cm. Pada ujung plot terdapat penampung yang harus tertutup untuk menghindari masuknya air hujan maupun percikan tanah langsung ke dalam penampung. Pengambilan data volume

air larian dilakukan sehari setelah kejadian hujan pada pukul 07.00 WIB seperti pada poin (1.a).

3.4.2 Pengumpulan Data Infiltrasi

- a. Tentukan rencana titik pengukuran dalam peta topografi
- b. Pengukuran infiltrasi daerah penelitian dilakukan pada beberapa titik dengan variasi kondisi geologi, topografi, jenis tanah, dan penggunaan lahan, satuan lahan pengukuran. Pilih lokasi di lapangan yang mewakili satuan lahan yang dibuat pada keadaan permukaan yang datar dengan luas paling sedikit 2 m kali 2m.
- c. Pengukuran dapat dilakukan pada permukaan tanah atau pada lubang galian jika nilai laju infiltrasi pada kedalaman lebih diinginkan daripada permukaan.
- d. Letakkan salah satu cincin dengan ujung runcing di bagian bawah dan pastikan penampang cincin pada level datar.
- e. Pasangan piringan tutup di atas cincin dan pastikan tepat di pusat cincin. Pukul tutup cincin dengan martil sampai kedalaman tertentu sehingga dapat mencegah kebocoran air ke luar cincin. Kedalaman sekitar ± 5 cm sampai 10 cm umumnya dianggap cukup atau sampai air tidak dapat bocor. Gunakan pukulan secukupnya untuk menghindari pecahnya permukaan tanah. Jika cincin sudah menancap, lepaskan piringan tutup.
- f. Letakkan cincin silinder lainnya secara tepat pada pusat yang sama dengan cincin pertama, kemudian lakukan seperti langkah b).

- g. Usahakan cincin silinder tetap tegak dengan level penampang datar. Jika setelah ditancapkan keadaan cincin miring, cincin yang telah terpasang cabut dari tanah. Pindahkan ke tempat sekitarnya dan ulangi langkah-langkah pemasangannya.
- h. Tuangkan air ke dalam *double ring* infiltrometer pada cincin dalam sebesar data tinggi hujan yang didapat dari rain bucket dan tuangkan juga air kedalam cincin luar secukupnya namun jangan sampai air melimpas keluar dari ring bagian luar.
- i. Saat mulai pembacaan, setiap rentang waktu yang ditentukan amati perubahan tinggi muka air pada ruang antar cincin. Perubahan tinggi muka air dicatat pada formulir pengukuran kolom 4.
- j. Adapun waktu sejak mulai pengukuran dicatat pada kolom 1 dan selisih antar pembacaan rentang waktu dicatat pada kolom 2. Pencatatan pengukuran selisih tinggi muka air (Δh) dicatat di kolom 4 dan pengamatan dilakukan setiap 5 menit sampai diperoleh laju yang relatif konstan.
- k. Jika memungkinkan bagian atas cincin ditutup untuk menghindari penguapan selama rentang pengukuran.
- l. Hasil dari pengukuran didapat nilai f dari perubahan tinggi yang diamati pada cincin infiltrometer tiap rentang waktu pengukuran menjadi laju infiltrasi dengan menggunakan persamaan rumus (3-8).
- m. Hasil perhitungan laju infiltrasi dari cincin dalam dicatat pada formulir pengukuran kolom 5.

- n. Untuk mengetahui nilai kapasitas infiltrasi dalam satuan m/detik, nilai f yang diperoleh dari (3-8) dikalikan nilai konversi sebagai berikut dengan menggunakan persamaan rumus (3-9).
- o. Plot pada kertas grafik antara t dari formulir pengukuran kolom 1 sebagai sumbu x dan laju infiltrasi dari formulir pengukuran kolom 5 sebagai sumbu y.
- p. Pengukuran laju infiltrasi juga bisa dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan dengan mengukur kedalaman hujan dan waktu air hujan tersebut meresap ke dalam tanah.

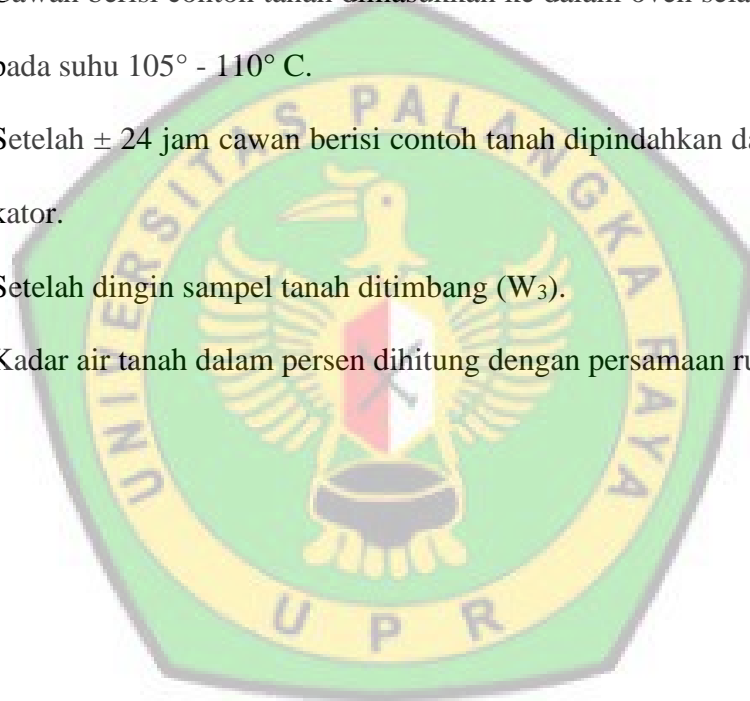
3.4.3 Pengambilan Contoh Tanah Untuk Mendapatkan Nilai Kadar Air

Mengambil sampel tanah pada titik/tempat pengukuran nilai kapasitas/laju infiltrasi untuk mengetahui kadar air tanah di lokasi penelitian tersebut, dengan menggunakan alat pipa paralon berdiameter 8,5 cm dengan pengambilan sampel hanya 2 kali kejadian hujan yang terjadi, dengan mengambil 2 sample tanah dari 2 titik di kawasan, ada 2 kali kegiatan pengambilan sampel tanah dengan total jumlah sampel tanah sebanyak 4. Cara pengambilan sampel tanah yaitu diusahakan pengambilan sampel tanah sejauh ± 1 m dari titik pengukuran infiltrasi, selanjutnya memasukkan pipa paralon ke dalam tanah sampai kedalaman ± 20 cm, lalu pindah ke titik berikutnya dengan cara yang sama memasukkan pipa paralon ke dalam tanah setiap kejadian hujan. Memeriksa/menentukan kadar air tanah ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas

Palangka Raya. Berikut adalah langkah-langkah pemeriksaan kadar air tanah:

Pengukuran kadar air mengikuti standar ASTM D2216-10 (ASTM, 2010) sebagai berikut:

1. Cawan uji dibersihkan lalu ditimbang sebagai berat cawan kosong (W_1).
2. Contoh tanah dimasukkan ke dalam cawan kemudian ditimbang (W_2).
3. Cawan berisi contoh tanah dimasukkan ke dalam oven selama 16 – 24 jam pada suhu $105^\circ - 110^\circ \text{C}$.
4. Setelah ± 24 jam cawan berisi contoh tanah dipindahkan dari oven ke desikator.
5. Setelah dingin sampel tanah ditimbang (W_3).
6. Kadar air tanah dalam persen dihitung dengan persamaan rumus (3-10).



3.5 Analisis Data

3.5.1 Data Air Larian

Berikut adalah analisis data yang akan dilakukan:

1. Perhitungan kemiringan lahan dapat dilakukan dengan persamaan (3-1)
2. Perhitungan curah hujan dapat dilakukan dengan cara (Ziliwu, 2002):

$$CH = \frac{V}{A} \times 10 \quad (3-2)$$

Keterangan rumus:

CH : curah hujan (mm)

V : volume air hujan yang tertampung (1 ml = 1cm³)

A : luas permukaan penakar hujan (cm²)

3. Perhitungan intensitas hujan menggunakan persamaan berikut (Ziliwu, 2002):

$$I = \frac{CH}{t} \quad (3-3)$$

Keterangan rumus:

I : intensitas hujan (mm/jam)

CH : curah hujan (mm)

t : durasi hujan (jam)

4. Perhitungan volume air larian dapat dihitung dengan persamaan berikut (Van, 1953):

- a. Apabila penampung berbentuk kerucut terpancung:

$$V_{\text{kerucut terpancung}} = \frac{1}{3} \times \pi \times H (R^2 + Rr + r^2) \quad (3-4)$$

- b. Apabila penampung berbentuk silinder:

$$V_{\text{silinder}} = \pi \times r^2 \times H \quad (3-5)$$

Keterangan rumus:

V : volume air larian (1 ml = 1 cm³)

H : tinggi permukaan air (cm)

R : jari-jari permukaan air bak kerucut (cm)

r : jari-jari alas bak kerucut (cm)

r : jari-jari bak silinder (cm)

5. Perhitungan besarnya air larian dapat dihitung dengan persamaan berikut

(Ziliwu, 2002):

$$R_o = \frac{V}{A} \quad (3-6)$$

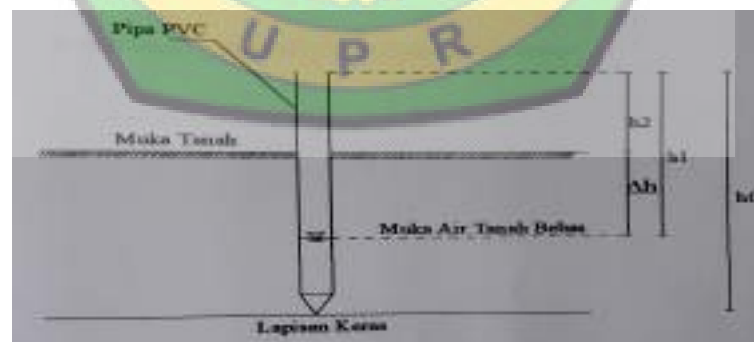
Keterangan rumus :

R_o : runoff (mm)

V : volume air larian (ml)

A : luas permukaan plot (m²)

6. Perhitungan tinggi muka air tanah sebagai berikut:



Gambar 3.4 Sketsa Pengukuran Muka Air Tanah

$$\Delta h = h_1 - h_2 \quad (3-7)$$

Keterangan rumus:

Ah : tinggi muka air tanah (cm)

h_1 : beda tinggi muka air tanah dengan muka pipa (cm)

h_2 : beda tinggi muka tanah dengan muka pipa (cm)

7. Seluruh data hasil analisis dikumpulkan dan diketahui hubungannya (grafik).
 - a. Hubungan curah hujan dengan air larian
 - b. Hubungan air larian dengan tinggi muka air tanah
 - c. Hubungan kapasitas infiltrasi dengan air larian

3.5.2 Data Infiltrasi

1. Perhitungan nilai f dari data perubahan tinggi muka air tiap selang waktu pengukuran menjadi laju infiltrasi dengan persamaan.

$$f = \left[\frac{\Delta h}{\Delta t} \right] \times 60 \quad (3-8)$$

Keterangan rumus:

f : laju infiltrasi (cm/jam)

Δh : perubahan tinggi muka air tiap selang waktu (cm)

Δt : selang waktu pengukuran (menit)

2. Perhitungan mengetahui nilai kapasitas infiltrasi dalam satuan m/s, nilai f yang diperoleh dari (3-8) dikalikan nilai konversi sebagai berikut.

$$f_{(m/s)} = \left[\frac{1}{36} \right] \times 10^{-4} \times f_{(cm/jam)} \quad (3-9)$$

3. Perhitungan metode horton

$$f = f_c + (f_o - f_c) e^{-kt}$$

Keterangan rumus:

f : laju infiltrasi (cm/jam)

f_o : laju infiltrasi awal (cm/jam)

f_c : laju infiltrasi akhir (cm/jam)

e : bilangan dasar logaritma

F_c : selisih total volume infiltrasi dengan volume infiltrasi konstan (cm)

t : waktu yang dihitung dari mulainya hujan (jam)

Berikut formulir pengukuran infiltrasi dengan infiltrometer cincin ganda:

Tabel 3.1 Form pengisian data laju infiltrasi

t (menit)	Δt (menit)	ΔV (cm ³)	Δh (cm)	f (cm/jam)	F (m/s)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = *	(6) = **

Sumber: SNI 7752:2012

Keterangan :

t : Lamanya waktu sejak dimulai pengukuran (menit)

Δt : Beda waktu antara dua pengukuran berurutan (menit)

ΔV : Volume air yang masuk ke tanah tiap Δt (cm³)

Δh : Tinggi muka air yang meresap (cm)

f : Laju infiltrasi

* : Gunakan persamaan 3.8

** : Gunakan persamaan 3.9

4. Kadar air tanah dalam persen dihitung dengan persamaan

$$W = W_w / W_s \times 100\% \quad (3-10)$$

Atau

$$W = ((W_2 - W_3) / (W_3 - W_1)) \times 100\%$$

Keterangan:

W : Kadar Air (%)

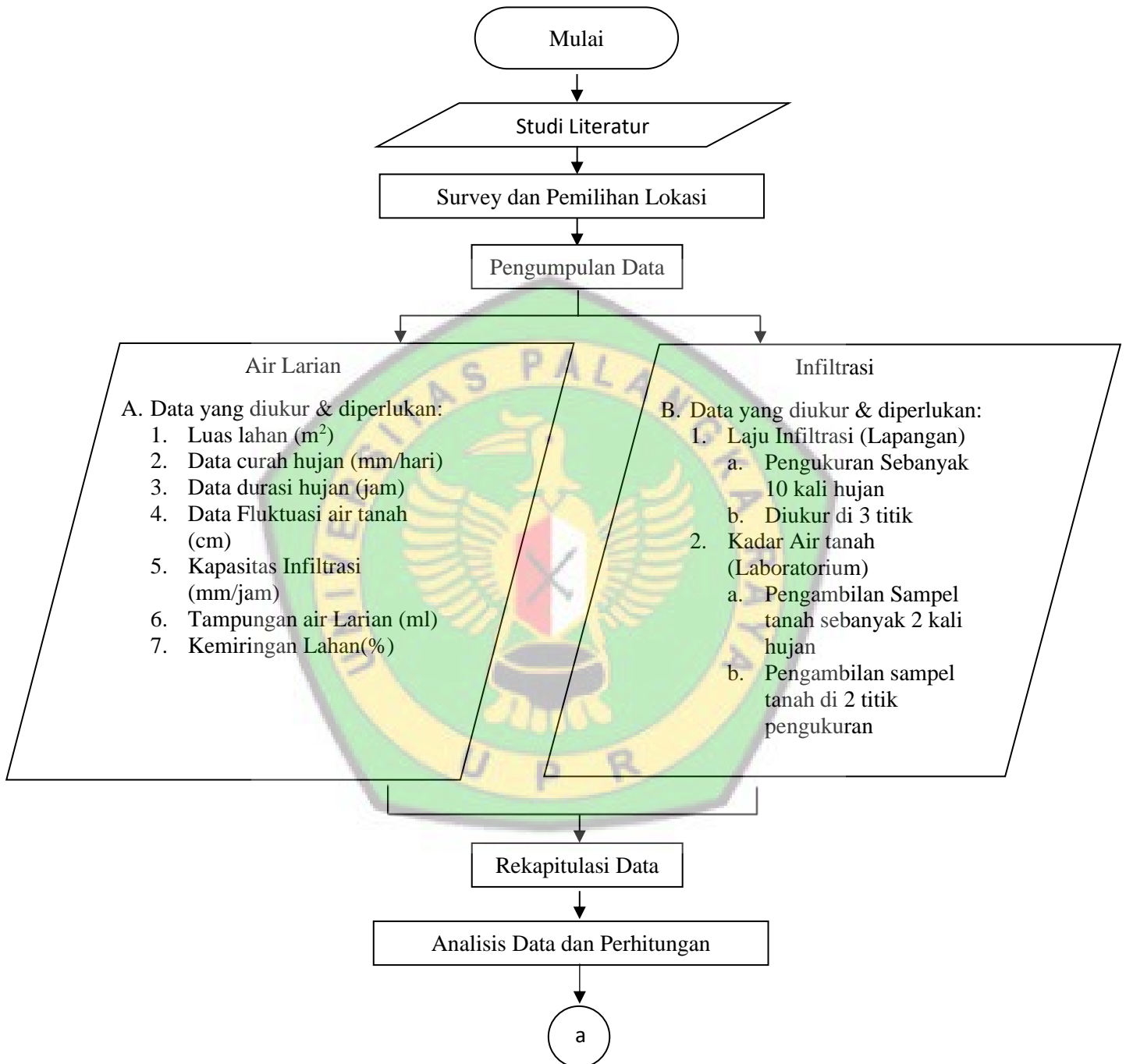
W₁ : Berat Cawan (gram)

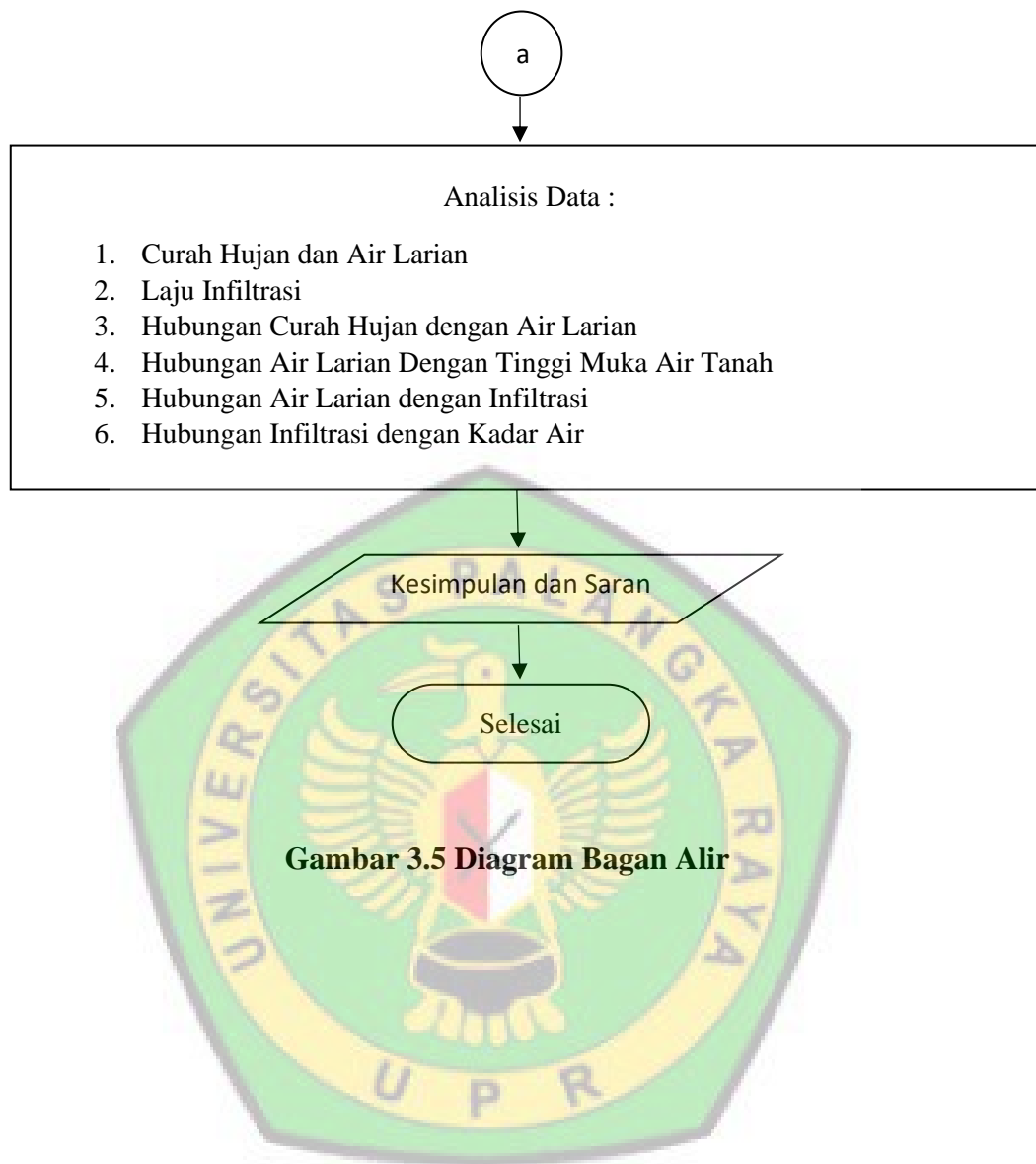
W₂ : Berat Cawan + tanah basah (gram)

W₃ : Berat Cawan + tanah kering (gram)



3.6 Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.5 Diagram Bagan Alir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian besar air larian dan infiltrasi yang terjadi pada kawasan permukiman (daerah Menteng) Kota Palangka Raya yang diakibatkan oleh hujan sebagai berikut:

1. Air larian terbesar terjadi pada tanggal 07 November 2020 sebesar 3,37 mm, dengan curah hujan 42,34 mm, intensitas hujan 26,97 mm/jam, dan tinggi muka air tanah 13 cm.
2. Dari total kejadian hujan (32 hari kejadian hujan), 75% (24 hari kejadian hujan) terjadi air larian dengan besar air larian dalam rentang (range) 0,00 – 3,38 mm.
3. Terdapat hubungan yang signifikan antara curah hujan dengan air larian, yaitu semakin besar curah hujan yang terjadi, maka semakin besar air larian, ditunjukkan dari nilai R^2 sebesar 0,98.
4. Dari nilai R^2 sebesar 0,65 menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara air larian dan tinggi muka air tanah. Semakin kecil tinggi muka air tanah, maka semakin besar air larian yang terjadi, artinya fluktuasi tinggi muka air tanah mempengaruhi besar air larian.
5. Nilai laju infiltrasi pada tanggal 11 Desember 2020 sebesar 2,4 cm/jam terjadi pada curah hujan 33,47 mm dengan kapasitas infiltrasi 2,69

cm/jam sedangkan nilai laju infiltrasi secara aktual (pengamatan langsung) sebesar 2,9 cm/jam.

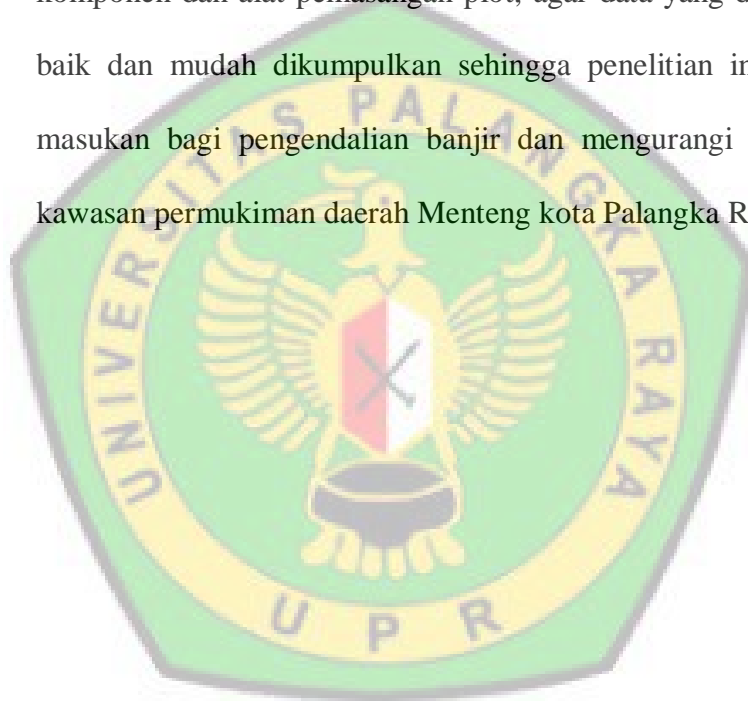
6. Pengukuran nilai laju infiltrasi dari 2 Desember 2020 – 20 Desember 2020 didapatkan nilai laju infiltrasi dengan rentang (range) sebesar 1,4 – 3 cm/jam diklasifikasikan di kelas klasifikasi Sedang Lambat – Sedang menggunakan Metode Horton.
7. Hubungan air larian dan laju infiltrasi adalah apabila laju infiltrasi semakin kecil, maka air larian yang terjadi semakin besar dan sebaliknya semakin besar laju infiltrasi, maka semakin kecil air larian yang terjadi, ditunjukkan nilai R^2 sebesar 0,70.
8. Hubungan kadar air dan infiltrasi adalah semakin besar kadar air maka kapasitas infiltrasi makin kecil. Sebaliknya, makin kecil kadar air maka semakin besar kapasitas infiltrasi, ditunjukkan dengan nilai R^2 sebesar 0,91.

5.2 Saran

Berikut adalah saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan:

1. Penelitian dilakukan dari awal bulan November hingga Akhir Desember 2020 di mana pada bulan tersebut dilakukan disaat musim hujan, jadi untuk penelitian air larian dan infiltrasi sangat mengandalkan cuaca. Untuk itu disarankan dilakukan penelitian air larian dan infiltrasi pada musim hujan.

2. Penelitian ini juga harus memperhatikan kondisi lahan, struktur lapisan tanah, dan kerapatan tanah agar mendapatkan data yang maksimal.
3. Pengambilan sampel tanah sebaiknya dilakukan pada saat sebelum pengukuran laju infiltrasi agar data yang didapat adalah nilai kadar air awal.
4. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya memperhatikan komponen-komponen dan alat pemasangan plot, agar data yang didapatkan lebih baik dan mudah dikumpulkan sehingga penelitian ini bisa menjadi masukan bagi pengendalian banjir dan mengurangi genangan pada kawasan permukiman daerah Menteng kota Palangka Raya.



DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E, Budiman & Karmini, M. 2011. *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara Kedepujian Bidang Klimatologi. Jakarta: Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika.
- Arsyad, Sitanala. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi Kedua. IPB Press. Bogor.
- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Asdak, Chay. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai*: Edisi Revisi Kelima. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- ASTM, D2216-10. 2010. *Standard Test Methods for laboratory Determination of water (moisture) Content of soil and rock by mass*.
- Bisri M, Djakfar L, Kusumadewi DA. 2012. *Arahan Spesial Teknologi Drainase untuk Mereduksi Genangan di Sub Daerah Aliran Sungai Waktu Bagian Hilir*.
- BSN, 2012, SNI 7752-2012. *Tata Cara Pengukuran Laju Infiltrasi Tanah di Lapangan Menggunakan Infiltrometer Cincin Ganda*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Devianti. 2018. *Kajian Tingkat Laju Limpasan Permukaan dan Erosi Berdasarkan Pengelolaan Tanaman Pertanian Sistem Agroforestry di DAS Cianten Cipancar, Provinsi Jawa Barat, Indonesia*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.

- Ebisemiju, F. S. 1990. *Sediment Delivery Ratio Prediction Equations for Short Catchment Slopes in a Humid Tropical Environment. J. of Hydrology, 114:191-208.*
- Edwardo, David. 2019. *Analisis Laju Infiltrasi di Kawasan Temanggung Tilung, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.*
- Haridjaja, O., K. Murti Laksono., Sudirman., dan L.M. Rachman. 1991. *Hidrologi Pertanian. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.*
- Hidayat, Y. 2001. *Aplikasi Model ANSWER dalam memprediksi Erosi dan Aliran Permukaan di DTA Bodong Jaya dan DAS Way Besay Hulu, Lampung Barat [tesis] Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.*
- <http://dokumen.tips/documents/cara-penggunaaninfiltrrometer.html>. Diakses pada tanggal 14 Agustus 2020.
- <https://palangkaraya.go.id/selayang-pandang/geografis/>. Diakses pada tanggal 17 Agustus 2020.
- Horton, R.E. 1940. An Approach towards a Physical Interpretation of Infiltration Capacity. *Soil Sci. Soc. Am. Proceedings 5: 399-417.*
- Joyce Martha, W. dan Wanny Adidarma. 1982. *Mengenal Dasar-dasar Hidrologi. Bandung: Nova.*
- Jury, WA, dan Horton, R. 2004. *Soil Physics. John Willey and Sons. New Jersey.*
- Kohnke, H. 1968. *Soil Physics. Mcgraw. Hill. New York.*
- Lama Lewa, Yosua. 2019. *Analisis Air Larian (Surface Run Off) Di Wilayah Jalan Temanggung Tilung, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.*

- Manullang, S, V. 2013. *Modifikasi Penakar Hujan Otomatis Tipe Tipping Bucket dengan Hall Effect Sensor ATS276*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Miller, S. 1994, *Handbook fo Agrohydrology*. UK: Natural Resources Institute. Chatam.
- Priyo Utomo, Aditya. 2020. *Laju Infiltrasi dan Runoff Kelurahan Rangka Mekar, Kecamatan Bogor Selatan, Kota Bogor*.
- Rahim, SE. 2000. *Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-dasar Hidrologi*, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sinun, W. Douglas, I. Spencer, T. Greer, T. Bidin, K. & Wong, W.M. 1992. *The Impact of Selective Commercial Logging on Stream Hydrology, Chemistry and Sediment Loads in the Ulu Segama Rain Forest, Sabah*. Phil Trans. R. Soc. Lond. B 335, 397-406.
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku. 1999. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Tjasyono, Bayong HK. 2006. *Klimatologi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Van Thijin, A, Kobus, M.L, dan Rawuh, Rd, 1953. *Ilmu Ukur Ruang*, J.B Wolters, Jakarta.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: PT. Graha Ilmu.
- Wischmeimer, WH, Smith, DD. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. Agric Hanb. 573*. Washington DC: Agriculture Research Service.

World Meteorological Organization, 1974. *International Glossary of Hydrology (edisi pertama)*. WMO: Geneva.

Ziliwu. 2002. *Pengaruh Beberapa Macam Tanaman Terhadap Aliran Permukaan dan Erosi*. Semarang: Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro.

