

## ANALISIS LAJU INFILTRASI DENGAN VARIASI PERMUKAAN TANAH DI KOTA BALIKPAPAN

Mariatul Kiptiah<sup>1\*</sup>, Emil Azmanajaya<sup>1</sup>, Rahmat Bangun Giarto<sup>1</sup>

*Program Studi D3 Teknik Sipil, Politeknik Negeri Balikpapan  
mariatul.kiptiah@poltekba.ac.id*

**Abstrak:** Hujan yang jatuh sebagian ada yang meresap kedalam tanah langsung dan melimpas kepermukaan menjadi aliran permukaan. Air yang meresap kedalam tanah ini disebut infiltrasi, kondisi ini membawa dampak air hujan yang turun akan meningkatkan volume aliran permukaan dan menghambat resapan air kedalam tanah sehingga menimbulkan genangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai laju infiltrasi dan mengetahui pengaruh nilai kadar air terhadap nilai laju infiltrasi pada variasi permukaan tanah di Kota Balikpapan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode horton dengan menggunakan data pengukuran langsung dengan menggunakan alat *double ring infiltrometer* dan menentukan klasifikasi tanah menggunakan analisa saringan. Nilai laju infiltrasi aktual pada lokasi penelitian adalah 9,60–17,28 cm/jam termasuk dalam kategori sedang–lambat. Sedangkan nilai curah hujan harian maksimum Kota Balikpapan sepanjang Tahun 2019 sampai dengan bulan Mei Tahun 2020 adalah 73,25 mm dimana  $\pm 56$  mm (76%) dari curah hujan akan menjadi aliran permukaan yang mengakibatkan genangan pada saat hujan turun. Pemeriksaan kadar air mempunyai pengaruh besar terhadap nilai infiltrasi berada pada 8 – 25 %, hal ini menunjukkan semakin tinggi kadar air yang terkandung dalam tanah sehingga laju infiltrasi lebih kecil dan semakin rendah nilai kadar air dalam tanah air maka nilai infiltrasinya besar.

**Kata kunci:** Infiltrasi, *Double Ring Infiltrometer*, Metode Horton

### I. PENDAHULUAN

Perkembangan perumahan dan permukiman di Kota Balikpapan yang sangat pesat seiring berjalannya waktu sering kurang terkendali dan tidak sesuai dengan rencana tata ruang maupun konsep pembangunan yang berkelanjutan, rendahnya kemampuan daerah resapan untuk mengeringkan kawasan terbangun, rendahnya kapasitas seluruh prasarana pengendali banjir seperti sungai, pompa, pintu pengatur aliran, kapasitas drainase yang kecil akan meperlambat aliran air hujan kembali ke laut dan akan menghambat siklus hidrologi. Hujan yang jatuh sebagian ada yang meresap kedalam tanah langsung dan melimpas kepermukaan menjadi aliran permukaan (*surface run off*). Air yang meresap kedalam tanah ini disebut infiltrasi, kondisi ini membawa dampak air hujan yang turun akan meningkatkan volume aliran permukaan dan menghambat resapan air kedalam tanah yang menimbulkan genangan di beberapa titik serta mengganggu aktivitas warga di Kota Balikpapan. [1]

Nilai kadar air pada jenis tanah yang memiliki permukaan lahan dengan 4 vegetasi yaitu tanaman sawit yang belum menghasilkan sawit, tanaman sawit yang sudah menghasilkan sawit, tanaman hutan dan tanaman industri (HTI) akasia adalah rentang 20% - 30% . karena laju infiltrasi tanah dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung dalam tanah tersebut yang menyebabkan laju infiltrasi tanah juga kecil. [1]

Penggunaan laju infiltrasi dengan metode Horton yang dilakukan pada 15 titik lokasi penelitian di Kota Malang dengan 3 variasi kepadatan tanah, yaitu kepadatan rendah (1,13 – 1,29 gr/cm<sup>3</sup>), sedang (1,35 – 1,55 gr/cm<sup>3</sup>), dan tinggi (1,60 – 1,64 gr/cm<sup>3</sup>). Dimana kepadatan tanah tidak hanya dipengaruhi oleh kepadatan tanah saja tetapi kadar air sangat berpengaruh terhadap laju infiltrasi, sehingga semakin tinggi kepadatan tanah suatu tanah semakin kecil laju infiltrasi menggunakan metode horton. [2]

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi adalah ketinggian genangan dipermukaan tanah, kadar air dalam tanah,

kepadatan tanah, tumbuhan dipermukaan tanah. Tersumbatnya pori-pori oleh masuknya butir – butir tanah yang lebih kecil dan terperangkap udara dalam pori – pori tanah. [3]

Proses infiltrasi adalah bagian yang sangat penting dalam siklus hidrologi khususnya dalam proses pengalihan hujan menjadi aliran di sungai [4]. Dengan adanya infiltrasi yang terjadi secara optimal, maka limpasan permukaan akan terkendali, selain itu tanaman juga akan memperoleh cadangan air yang diikat oleh akarnya, serta menyuplai kebutuhan evapotranspirasi, infiltrasi dipengaruhi oleh karakteristik hujan, karakteristik tanah, kondisi penutupan tanah, kadar air dalam tanah, aktivitas manusia dan musim. [5]

Pentingnya proses infiltrasi serta faktor-faktor yang mendukung infiltrasi, maka perlu dilakukan analisis mengenai kemampuan infiltrasi suatu lahan, dengan melakukan pengujian pada beberapa variasi permukaan tanah dengan cara pengukuran langsung dipermukaan tanah dan dengan cara pengukuran menggali tanah sampai ketemu tanah aslinya. Berdasarkan kondisi tersebut dilakukan penelitian untuk menganalisis hubungan karakteristik fisik tanah dan kondisi permukaan tanah terhadap nilai laju infiltrasi, sehingga hasilnya nanti dapat digunakan sebagai arahan pemanfaatan lahan yang optimal, sehingga dalam rangka menerapkan sistem drainase berkelanjutan dan menjaga potensi air tanah di Kota Balikpapan, khususnya untuk menjaga keseimbangan air melalui penyerapan air kedalam tanah. Dengan menganalisis nilai laju infiltrasi terhadap variasi permukaan tanah yang ada maka dapat kita tentukan seberapa besar nilai laju infiltrasi pada empat titik lokasi di Kota Balikpapan.

## II. METODOLOGI

Lokasi penelitian ini dilakukan pada 4 (empat) lokasi di Kota Balikpapan, yakni pada Jalan Karang Joang, Jalan Mayor Pol Zainal Arifin, Jalan Letkol Pol. H.M. Asnawi Arbain dan Jalan MT. Haryono seperti yang disajikan pada Gambar 1. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengambilan langsung laju infiltrasi menggunakan alat *double ring infiltrometer*, cara pengukuran terbagi menjadi 2 metode yaitu pengukuran langsung metode tancap yaitu melakukan pengukuran langsung dengan meletakkan alat ukur *double ring infiltrometer* pada permukaan tanah seperti yang tersaji pada Gambar 2 dan pengukuran langsung metode gali yaitu melakukan pengukuran langsung dengan menggali tanah sampai dengan ketemu tanah asli dan meletakkan alat *double ring infiltrometer* pada tanah yang sudah digali tersebut seperti yang tersaji pada Gambar 3.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Pengukuran dengan metode tancap



Gambar 3. Pengukuran dengan metode gali

Setelah alat *double ring infiltrometer* ditancapkan ataupun digali telah siap, kemudian pengukuran dilakukan dengan memasukan air kedalam alat ukur dengan volume bervariasi dan pengukuran penurunan tinggi permukaan air ( $\Delta h$ ) dengan selang waktu ( $\Delta t$ ) 5 detik, 5, 10, 15 menit sampai tidak ada penurunan konstan ( $f_c$ ) seperti yang disajikan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Mengukur Penurunan Tinggi Permukaan Air ( $\Delta H$ )

Pengukuran kadar air dan penentuan klasifikasi tanah dilakukan dengan pengambilan sampel pada lokasi penelitian seperti yang disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Penentuan klasifikasi tanah menggunakan metode USCS dan pemeriksaan kadar air yang dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Balikpapan.



Gambar 5. Proses Pengambilan Sampel Tanah



Gambar 6. Penimbangan Sampel Tanah Untuk Memeriksa Kadar Air

Data pengukuran berupa penurunan tinggi muka air ( $\Delta H$ ) dengan varias waktu yang ditentukan ( $t$ ) sampai batas konstan ( $f_c$ ). Laju infiltrasi aktual ( $f_{\text{aktual}}$ ) dihitung berdasarkan persamaan (1) dimana  $f_{\text{aktual}}$  = Laju Infiltrasi Aktual (cm/jam),  $\Delta H$  = Tinggi penurunan muka air dalam selang waktu tertentu (cm),  $t$  = waktu yang dibutuhkan oleh air pada  $\Delta H$  untuk masuk kedalam tanah (menit)

$$f_{\text{aktual}} = \frac{\Delta H}{t} \times 60 \quad (1)$$

Laju infiltrasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Horton. Model Horton adalah alah satu model infiltrasi yang terkenal dalam hidrologi. Horton mengakui bahwa kapasitas infiltrasi berkurang seiring dengan bertambahnya waktu hingga mendekati nilai konstan [6] Horton mengakui bahwa kapasitas infiltrasi berkurang seiring dengan bertambahnya waktu hingga mendekati nilai konstan. Model Horton dapat dinyatakan secara matematis dengan  $f(t)$  = laju infiltrasi (cm/menit),  $f_c$  = laju infiltrasi konstan (cm/menit),  $f_0$  = laju infiltrasi awal (cm/mmenit),  $k$  = konstanta geofisik .

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad (2)$$

Metode Pengukuran Banjir, tingkat infiltrasi di klasifikasikan sebagai berikut.

Tabel 1. Tabel Klasifikasi Tingkat Infiltrasi

Kelompok Jenis Tanah	Uraian	Tingkat Infiltrasi (mm/jam)
A	Potensi aliran permukaan rendah	8 - 12
B	Potensi aliran permukaan sedang	4 - 8
C	Potensi aliran antara tinggi dan sedang	1- 4
D	Potensi aliran permukaan tinggi	0 -1

Sumber : SNI 2415:2016 [7]

Tabel 2. Tabel Klasifikasi Kelas Infiltrasi

Kelas	Laju Infiltrasi konstan (cm/jam)
Sangat lambat	0,1
Lambat	0,1 - 0,5
Sedang - lambat	0,5 - 2
Sedang - lambat	2 – 6,5
Sedang - cepat	6,,5 - 125
Cepat	12,5 - 25
Sangat cepat	> 25

Sumber : Kohnke, H. 1968 (dalam Mawar, 2011) [8]

Tabel 3. Jenis Permukaan Tanah Lokasi Penelitian

No	Lokasi	Jenis Permukaan Tanah
1	Jalan Karang Joang	Rumput
2	Jalan Mayor Pol Zainal Arifin	Rumput Berbatu
3	Jalan Letkol Pol. H.M. Asnawi Arbain	Tanah
4	Jalan M.T Haryono	Rumput

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran laju infiltrasi disajikan pada Tabel 4. Pada Tabel 4 nilai laju infiltrasi awal ( $f_0$ ) di 4 (tempat) titik lokasi pengukuran adalah antara 9,60 – 17,28 cm/jam, masuk dalam kategori sedang – lambat (berdasarkan Tabel 2). Semakin besar pori – pori tanah makan kapasitas infiltrasi semakin besar pula, pasir memiliki pori besar dan sedikit pori halus dengan demikian kapasitas infiltrasi untuk tanah pasir jauh lebih tinggi daripada tanah liat. [9]

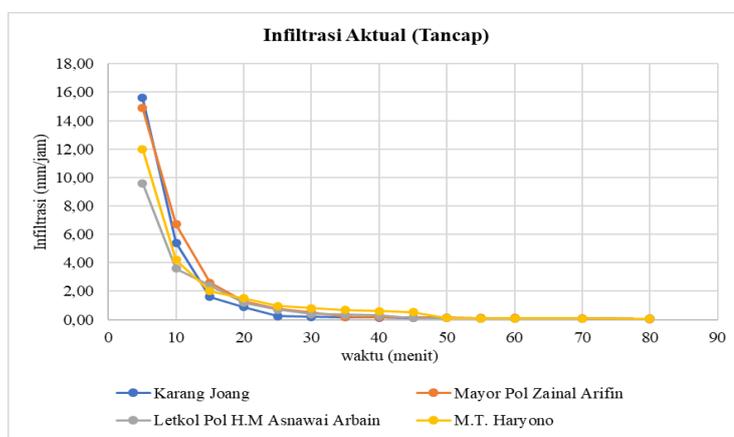
Tabel 4. Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Aktual

Waktu		Jalan Karang Joang		Jalan Mayor Pol Zainal Arifin		Jalan Letkol Pol. H.M. Asnawi Arbain		Jalan M.T Haryono	
		Tancap	Gali	Tancap	Gali	Tancap	Gali	Tancap	Gali
menit	jam	cm/jam							
5	0,08	15,60	16,80	14,88	17,28	9,60	10,80	12,00	13,20
10	0,17	5,40	6,60	6,72	7,44	3,60	3,60	4,20	5,40
15	0,25	1,60	4,40	2,60	4,52	2,40	2,00	2,00	3,20
20	0,33	0,90	2,40	1,26	2,73	1,20	0,90	1,50	1,80
25	0,42	0,24	1,20	0,79	1,78	0,72	0,48	0,96	1,44
30	0,50	0,20	0,60	0,52	0,44	0,40	0,40	0,80	1,20
35	0,58	0,17	0,34	0,21	0,38	0,34	0,34	0,69	0,86
40	0,67	0,15	0,30	0,18	0,20	0,30	0,30	0,60	0,60
45	0,75	0,13	0,27	0,16	0,17	0,13	0,27	0,53	0,53
50	0,83	0,12	0,24	0,14	0,16	0,12	0,24	0,12	0,36
55	0,92	0,11	0,11	0,13	0,10	0,11	0,11	0,11	0,33
60	1,00	0,10	0,10	0,11	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10
70	1,17	0,09	0,09	0,09	0,04	0,09	0,09	0,09	0,09
80	1,33	0,08	0,08	0,04	0,02	0,08	0,08	0,08	0,08

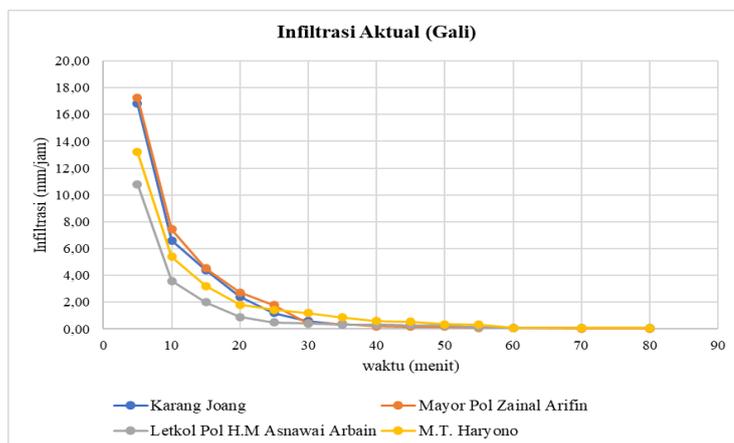
Waktu	Jalan Karang Joang		Jalan Mayor Pol Zainal Arifin		Jalan Letkol Pol. H.M. Asnawi Arbain		Jalan M.T Haryono	
	Tancap	Gali	Tancap	Gali	Tancap	Gali	Tancap	Gali
menit	cm/jam							
jam	cm/jam							
Total	24,88	33,52	27,83	35,33	19,19	19,70	23,77	29,18
Rata - Rata	1,78	2,39	1,99	2,52	1,37	1,41	1,70	2,08

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa laju infiltrasi diwaktu awal memperlihatkan perbedaan jauh lebih besar karena tanah pada awalnya kering, kemudian menurun secara bertahap dan mencapai laju infiltrasi konstan, dimana semakin kebawah semakin menurun nilai infiltrasinya.



Gambar 7. Laju Infiltrasi Aktual Metode Tancap



Gambar 8. Laju Infiltrasi Aktual Metode Gali

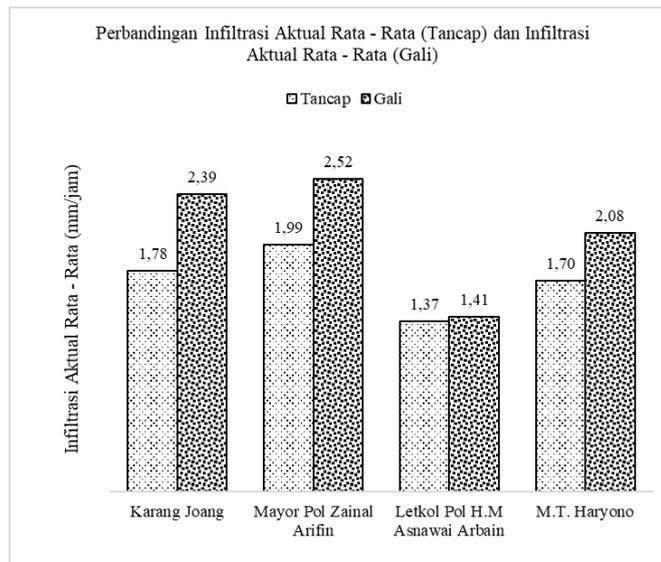
Perbandingan laju infiltrasi pada 4 (empat) lokasi penelitian dengan metode tancap dan gali yang disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8, nilai laju infiltrasi ( $f_0$ ) metode pengukuran tancap di lokasi karang joang dan metode pengukuran gali di lokasi mayor pol zainal Arifin lebih besar dibandingkan nilai infiltrasi di lokasi lainnya, hal ini dikarenakan kepadatan tanah rendah dan jumlah pori besar maka lebih banyak menyerap air dan nilai laju infiltrasinya lebih besar dari lokasi lainnya. Hal ini disebabkan tanah lempung yang bersifat kohesi cepat mengikat air sehingga seiring waktu berkurangnya daya serap tanah yang akhirnya

konduktivitas maksimum atau jenuh, selain itu kepadatan tanah juga berpengaruh terhadap laju infiltrasi.

Menurut data BMKG sepanjang Tahun 2019 sampai dengan bulan Mei Tahun 202, jumlah curah hujan harian maksimum rata – rata di Kota Balikpapan adalah 73,25 mm (kategori hujan lebat) sedangkan nilai laju infiltrasi rata-rata di titik lokasi pengukuran yaitu 9,60 – 17,28 (kategori sedang – lambat) dimana  $\pm 56$  mm (76%) menjadi aliran permukaan (*surface run off*) yang mengakibatkan genangan pada saat hujan turun. [10]

Perbandingan nilai kapasitas infiltrasi dari kedua jenis penutup lahan yang dilakukan, pengujian menghasilkan perbedaan dimana jenis penutup lahan tanah lebih cepat dalam menurunkan debit limpasan dibandingkan dengan jenis penutup lahan rumput. Perbedaan ini diakibatkan oleh perbedaan kepadatan dan kondisi akadar air yang diuji. [11]

Nilai laju infiltrasi rata-rata pengukuran dengan cara tancap lebih kecil daripada pengukuran dengan gali, dimana jenis permukaan tanah yang ada di lokasi penelitian terdapat tanah timbunan yang telah dipadatkan mengakibatkan mengecilnya pori-pori tanah sehingga akan memperlambat masuknya air masuk kedalam tanah. Berbeda dengan nilai pengukuran dengan cara di gali, nilai laju infiltrasi lebih besar karena merupakan tanah asli dan tidak terganggu.



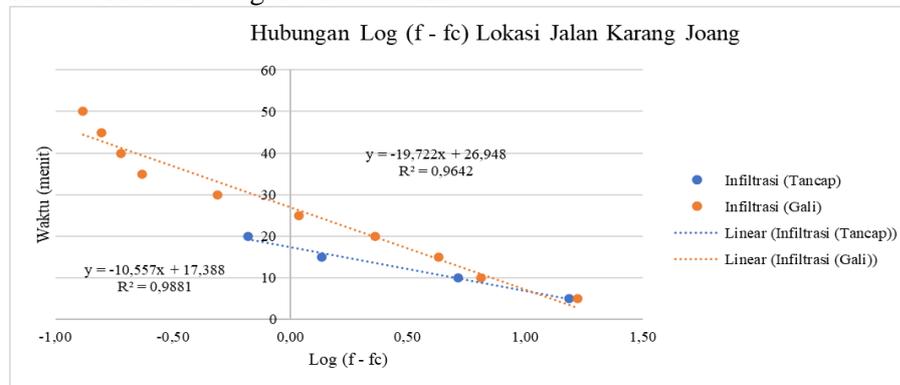
Gambar 9. Perbandingan Infiltrasi Aktual Rata - Rata Tancap dan Infiltrasi Aktual Rata – Rata Gali

Pada metode Horton, nilai  $k = \frac{-1}{m \log e}$  atau  $k = \frac{-1}{m \log 2,718}$ , dan  $m = \frac{-1}{k \log 2,718}$ , dimana  $m$  adalah *gradien* yang diperoleh dari *plotting* hubungan antara waktu ( $t$ ) dengan  $\log (f - f_c)$ , sehingga diperoleh garis trendline dengan persamaan regresi linier ( $y = mx + c$ ) seperti yang disajikan pada Gambar 9 didapatkan nilai  $m$  untuk infiltrasi tancap lokasi Jalan Karang Joang adalah -19,772 dan  $m$  untuk infiltrasi gali adalah -10.577.

Perhitungan laju infiltrasi metode Horton di sajikan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa lokasi Jalan Mayor Pol Zainal Arifin memiliki nilai laju infiltrasi dengan pengukuran tancap lebih tinggi yaitu 13,66 cm/jam dan dengan cara pengukuran gali nilai laju infiltrasinya 15,85 mm/jam, hal ini dikarenakan pada di lokasi Jalan Mayor Pol Zainal Arifin mempunyai jenis tutupan lahan rumput.

Perbandingan laju infiltrasi aktual ( $f_{aktual}$ ) dan laju infiltrasi Metode Horton ( $f_{Horton}$ ), menggunakan persamaan *logarithmic* dimana infiltrasi aktual sebagai variable bebas dan

infiltrasi Horton sebagai variable terikat. Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui seberapa besar hubungan infiltrasi aktual terhadap infiltrasi Metode Horton. Gambar 10 dan Gambar 11 menampilkan bahwa dengan menggunakan metode regresi sederhana, didapatkan nilai korelasi yang baik, yakni ( $R^2$ ) adalah 0,7591 – 0,9616, hal ini menunjukkan bahwa laju infiltrasi aktual sebagai variable bebas memberikan kontribusi terhadap laju infiltrasi Metode Horton sebagai variabel terikat.



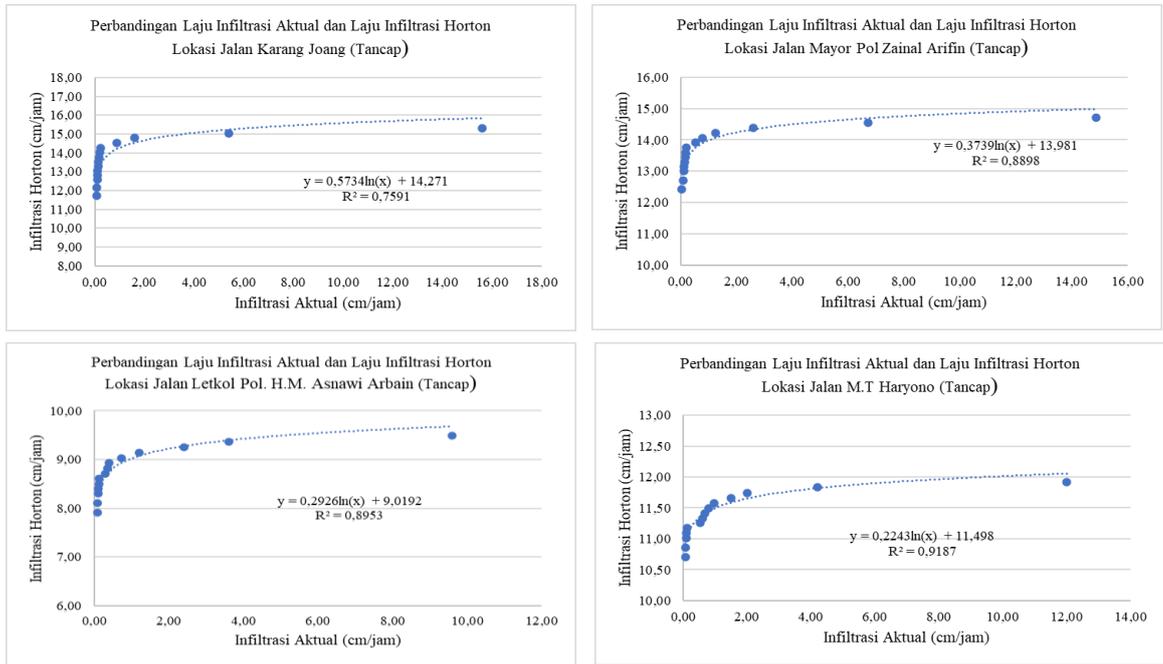
Gambar 10. Contoh Hubungan Log (f – fc) dan waktu (t) (Lokasi Jalan Karang Joang)

Tabel 5. Hasil Pengukuran Laju Infiltrasi Metode Horton

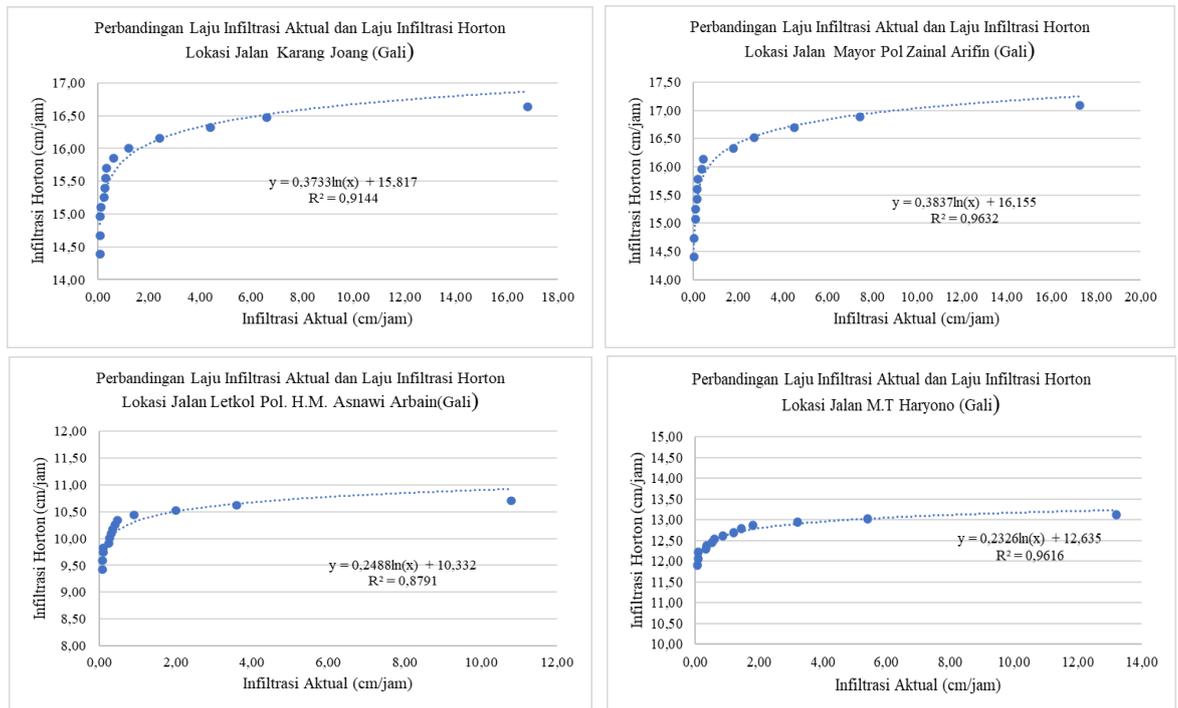
Waktu	Jalan Karang Joang		Jalan Mayor Pol Zainal Arifin		Jalan Letkol Pol. H.M. Asnawi Arbain		Jalan M.T Haryono		
	Tancap	Gali	Tancap	Gali	Tancap	Gali	Tancap	Gali	
menit	jam	(cm/jam)							
5	0,08	15,32	16,64	14,71	17,08	9,48	10,71	11,91	13,12
10	0,17	15,05	16,48	14,55	16,89	9,37	10,62	11,83	13,03
15	0,25	14,78	16,32	14,39	16,70	9,26	10,53	11,75	12,95
20	0,33	14,52	16,16	14,23	16,51	9,15	10,44	11,66	12,86
25	0,42	14,27	16,01	14,07	16,33	9,04	10,35	11,58	12,78
30	0,50	14,01	15,85	13,91	16,14	8,93	10,26	11,50	12,70
35	0,58	13,76	15,70	13,75	15,96	8,82	10,17	11,41	12,62
40	0,67	13,52	15,55	13,60	15,78	8,71	10,09	11,33	12,54
45	0,75	13,28	15,40	13,45	15,60	8,61	10,00	11,25	12,46
50	0,83	13,05	15,25	13,30	15,42	8,50	9,92	11,17	12,38
55	0,92	12,82	15,11	13,15	15,25	8,40	9,83	11,09	12,30
60	1,00	12,59	14,96	13,00	15,08	8,30	9,75	11,01	12,22
70	1,17	12,15	14,67	12,71	14,74	8,10	9,58	10,86	12,06
80	1,33	11,72	14,39	12,43	14,41	7,91	9,42	10,70	11,91
Rata - Rata		13,63	15,61	13,66	15,85	8,76	10,12	11,36	12,56

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

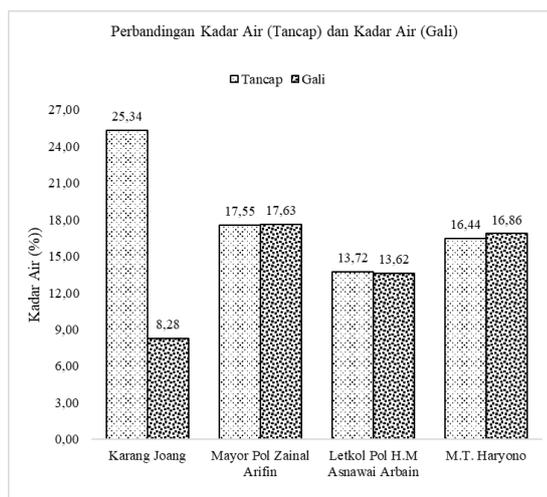
Gambar 12 menyajikan hasil pemeriksaan kadar air berkisar pada 8 – 25 %, dengan nilai kadar air terbesar berada pada lokasi Jalan Karang Joang dengan jenis permukaan tanah rumput dan kelompok tanah SW dengan nilai kadar air 25,34%, sedangkan untuk nilai kadar air laju infiltrasi adalah 8,28%. Hal ini menunjukkan semakin tinggi kadar air yang terkandung dalam tanah maka nilai laju infiltrasi lebih kecil, sedangkan semakin rendah nilai kadar air maka nilai infiltrasinya semakin besar. Perubahan kelembaban tanah yang selalu berubah setiap saat juga berpengaruh terhadap laju infiltrasi. [1]



Gambar 10. Hubungan Infiltrasi Aktual dan Infiltrasi Metode Horton (Tancap)



Gambar 11. Hubungan Infiltrasi Aktual dan Infiltrasi Metode Horton (Gali)



Gambar 12. Perbandingan Kadar Air (Tancap) dan Kadar Air (Gali)

#### IV. KESIMPULAN

Laju infiltrasi aktual dan metode Horton menunjukkan bahwa lokasi Jalan Mayor Pol Zainal Arifin memiliki nilai laju infiltrasi dengan pengukuran tancap lebih tinggi, yaitu laju infiltrasi aktual adalah 1,99 cm/jam dan metode Horton yaitu 13,66 cm/jam, sedangkan dengan cara pengukuran gali nilai laju infiltrasi aktual adalah 2,52 cm/jam dan metode Horton yaitu 15,85 cm/jam.

Nilai kadar air terbesar berada pada lokasi Jalan Karang Joang dengan jenis permukaan tanah rumput dan kelompok tanah SW dengan nilai kadar air 25,34%, sedangkan untuk nilai kadar air laju infiltrasi adalah 8,28%. Hal ini menunjukkan semakin tinggi kadar air yang terkandung dalam tanah maka nilai laju infiltrasi lebih kecil, sedangkan semakin rendah nilai kadar air maka nilai infiltrasinya semakin besar.

#### REFERENSI

- [1] Muhammad David, Manyuk Fauzi, Ari Sandhyavitri, "Analisis Laju Infiltrasi Pada Tutupan Lahan Perkebunan Dan Hutan Tanam Industri (HTI) Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak," *J. Online Mhs. Fak. Tek. Univ. Riau*, vol. 3, no. 2, pp. 1–12, 2016.
- [2] T. Sumber and D. Air, "Sumberdaya air," *J. Air Indones.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–62, 2012.
- [3] A. R. Darajat, F. Nurrochmad, and R. Jayadi, "Analisis Infiltrasi Di Saluran Primer Daerah Irigasi Boro Kabupaten Purworejo, Propinsi Jawa Tengah," *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, pp. 1–9, 2002.
- [4] S. H. Brotowiryatmo, *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1993.
- [5] N. HADISUSANTO, *Aplikasi Hidrologi*. Yogyakarta: Jogja Media Utama, 2011.
- [6] L. D. Susanawati, B. Rahadi, and Y. Tauhid, "Penentuan Laju Infiltrasi Menggunakan Pengukuran Double Ring Infiltrimeter dan Perhitungan Model Horton pada Kebun Jeruk Keprok 55 (*Citrus Reticulata*) Di Desa Selorejo, Kabupaten Malang," *J. Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 5, no. 2, pp. 28–34, 2018, doi: 10.21776/ub.jsal.2018.005.02.4.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 2415:2016 - Tata cara perhitungan debit banjir rencana," 2016.
- [8] M. KUSUMAWARDANI, "Karakteristik Infiltrasi Tanah Pada Penggunaan Lahan Pertanian Dan Pemukiman Di Desa Sukaesmi, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor," Institut Pertanian Bogor, 2011.
- [9] T. Irawan, "Infiltrasi Pada Berbagai Tegakan Hutan Di Arboretum," Universitas Lampung, 2016.
- [10] BMKG, "Meteorologi Hujan Tahun," 2020. .
- [11] Nursetiawan and A. I. Pratama, "Pengukuran Nilai Infiltrasi Lapangan dalam Upaya Penerapan Sistem Drainase Berkelanjutan di Kampus UMY," *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 3, no. 1, pp. 14–25, 2017.