

ANALISIS TINGKAT LAJU INFILTRASI PADA SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KAMPAR OUTLET RIMBO PANJANG

Septria Dwi Hawari¹⁾, Siswanto²⁾, Trimaijon³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode 28293

Email: septria.dwi@student.unri.ac.id, siswanto@lecturer.unri.ac.id, trimaijon@eng.unri.ac.id

ABSTRACT

Infiltration is the process of entry of rainfall or surface water into the soil (subsurface) through the gap or pore space of the soil. The infiltration process is a very important part of the hydrological cycle which greatly affects the amount of water that is on the surface of the soil. In the area Rimbo Panjang-Pekanbaru has experienced changes in land use due to infrastructure development. Infiltration on each land use varies if the nature or type of soil is different. The instrument used to measure infiltration in the field is the double ring infiltrometer and the analytical method use the Horton method. Procedures for measuring infiltration rates in the field using SNI 7752:2012. Data obtained from the field in the form initial infiltration rate and constant infiltration rate. The results of the actual reduction data obtained the largest decrease of 7,2 cm and the smallest decrease of 0,1 cm. The largest initial infiltration capacity is 165 cm/hours and the smallest initial infiltration capacity is 3 cm/hours. The largest infiltration rate 152 cm/hours and the smallest infiltration rate 2,68 cm/hours. In the Rimbo Panjang-Pekanbaru area, the infiltration rate is in the slow, moderate and very fast class with the highest total volume value of 708,81 mm in the 2,75 hours and the smallest total infiltration volume valume 9,93 mm in 1 hour.

Keywords: Infiltration, Horton Method, Subsurface Runoff

PENDAHULUAN

Infiltrasi merupakan proses masuknya air hujan ataupun air permukaan ke dalam tanah (bawah permukaan) melalui celah atau ruang pori tanah. Proses infiltrasi merupakan bagian yang sangat penting dalam siklus hidrologi yang sangat mempengaruhi jumlah air yang terdapat dipermukaan tanah. Irawan & Yuwono (2016) mengungkapkan bahwa tingkat infiltrasi dapat menentukan permasalahan hidrologi seperti kekeringan dan banjir. Setelah tanah mengalami infiltrasi maka air menuju lebih dalam yang akan mengalami namanya perkolasi dan aliran air tanah yang nanti nya akan menuju ke laut atau sungai. Infiltrasi dipengaruhi oleh permeabilitas tanah, volume tanah air dalam tanah, topografi, jenis tanah, kelembapan tanah dan vegetasi atau tanaman penutup.

Jika hujan yang terjadi lebih besar dan infiltrasi yang terjadi kecil maka limpasan (*subsurface run off*) makin besar, begitu juga sebaliknya jika infiltrasi yang terjadi besar maka limpasan yang terjadi akan kecil. *Subsurface run off* atau limpasan bergantung pada sifat tanah dan kondisi tanah dan juga hal ini berkaitan dengan perubahan tata guna lahan pada suatu daerah , seperti yang terjadi pada daerah Rimbo Panjang-Garuda Sakti yaitu memiliki tata guna lahan yang berbeda-beda, seperti lahan pemukiman, perniagaan dan perkebunan yang mana banyak terjadinya tutupan lahan yang dapat menyebabkan limpasan yang besar, yang bisa berpotensi banjir jika terjadi hujan di daerah tersebut yang sudah mengalami perubahan tata guna lahan sehingga proses air yang masuk ke dalam tanah menjadi berkurang.

Infiltrasi di setiap tata guna lahan berbeda-beda jika sifat atau jenis tanahnya berbeda, maksud dari tata guna lahan atau penggunaan lahan yang berbeda yaitu perbedaan tutupan vegetasi atau alih fungsi lahan seperti yang awalnya kawasan perkebunan menjadi kawasan perumahan juga bisa mempengaruhi laju infiltrasi di daerah tersebut. Oleh karena itu perlu adanya kajian tentang laju infiltrasi pada beberapa lahan di daerah Rimbo Panjang-Garuda Sakti dengan menggunakan alat infiltrasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Infiltrasi

Infiltrasi adalah aliran ke dalam tanah melalui permukaan tanah yang mengalir secara vertikal. Gerak air di dalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler (Bambang triatmojo, 2009). Infiltrasi terjadi ketika air jatuh pada permukaan tanah kering, permukaan tanah menjadi basah sedangkan bagian bawahnya relatif kering maka dengan demikian terjadilah gaya kapiler. Klasifikasi infiltrasi digunakan untuk mengetahui potensi infiltrasi pada suatu daerah. Pengklasifikasian infiltrasi pada penelitian ini menggunakan klasifikasi menurut *U.S Soil Conervation*.

Tabel 1 Tabel Klasifikasi Laju Infiltrasi Menurut U.S Conervation

Kelas	Klasifikasi	Laju Infiltrasi (mm/jam)
1	Sangat Lambat	<1
2	Lambat	1-5
3	Agak Lambat	5-20
4	Sedang	20-63
5	Agak Cepat	63-127
6	Cepat	127-254
7	Sangat Cepat	>254

Besarnya laju infiltrasi tergantung pada kandungan air dalam tanah. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh, kelembapan tanah, pemadatan oleh hujan, tanaman penutup, intensitas hujan, dan sifat-sifat tanah. Laju infiltrasi adalah banyaknya air persatuan waktu yang masuk ke dalam tanah melalui permukaan tanah, dengan satuan mm/jam atau cm/jam. Kapasitas infiltrasi adalah laju maksimum presipitasi dapat diserap oleh tanah pada kondisi tertentu (Ershin Seyhan, 1990). Setiap permukaan tanah air tanah mempunyai daya serap yang berbeda-beda.

Infiltrasi Metode Horton

Horton menyatakan bahwa penurunan kapasitas infiltrasi lebih di kontrol oleh faktor yang beroperasi di permukaan tanah dibanding dengan proses aliran di dalam tanah. Kapasitas infiltrasi adalah laju maksimum presipitasi dapat di serap oleh tanah pada kondisi tertentu (Ershin Seyhan, 1990).

Metode Horton merupakan metode pengolahan data infiltrasi yang parameternya didapat langsung dari lapangan. Metode Horton dinyatakan secara matematis sebagai berikut.

$$F(t) = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt} \quad (1)$$

Keterangan :

- f = laju infiltrasi (cm/jam)
- f₀ = laju infiltrasi awal (cm/jam)
- f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam)
- e = 2,718
- k = -1/(m log 2,718)

a) Laju Infiltrasi Awal (f₀)

Laju infiltrasi awal adalah laju infiltrasi yang dihitung dari awal masuknya air ke dalam lapisan tanah melalui permukaan tanah, dengan satuan cm/jam.

b) Laju Infiltrasi Konstan (f_c)

Laju infiltrasi konstan adalah laju infiltrasi pada waktu (t) tertentu nilai kapasitas infiltrasi mendekati konstan, dengan satuan cm/jam. Besarnya nilai f_c tergantung dari jenis tanah dan permukaannya.

c) Konstanta Horton (k)

Nilai konstanta K di dapat dari persamaan kurva kapasitas infiltrasi metode Horton yaitu :

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

$$f - f_c = (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

Dilogaritman sisi kiri dan sisi kanan

$$\log (f - f_c) = \log \{ (f_0 - f_c) e^{-kt} \}$$

$$\log (f - f_c) = \log (f_0 - f_c) + \log e^{-kt}$$

$$\log (f - f_c) = \log (f_0 - f_c) - kt \log e$$

$$-kt \log e = \log (f_0 - f_c) - \log (f - f_c)$$

$$t = \left(-\frac{1}{k \log e} \right) \log (f -$$

$$f_c) + \left(\frac{1}{k \log e} \right) \log (f_0 - f_c) \quad (2)$$

Menggunakan rumus umum linier,

$$y = mX + C, \text{ sehingga :}$$

$$y = t, m = -\frac{1}{k \log e}, X = \log (f -$$

$$f_c), C = \left(\frac{1}{k \log e} \right) \log (f_0 - f_c)$$

Dengan mengambil persamaan, $m = -1/(k \log e)$, maka

$$K = -1(m \log e), \text{ atau } K = -1(m \log 2,718)$$

Atau $K = -1/0,434 m$, dimana $m =$ gradien.

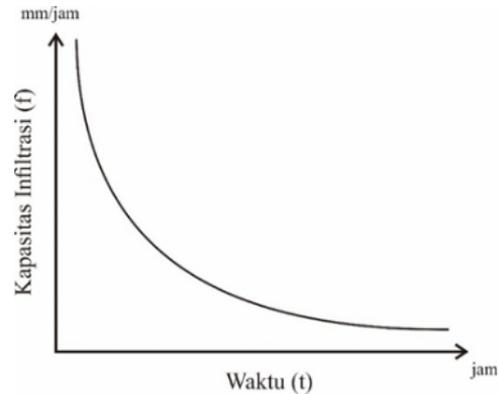
Kesulitan pada metode Horton adalah menentukan nilai f_0 dan k . Untuk nilai k dapat dihitung dengan mengamati variasi infiltrasi dengan waktu dan diplot dalam bentuk kurva, kemudian diperoleh persamaan untuk mendapatkan nilai m . Nilai k tergantung dari tekstur permukaan tanah.

$$K = -1/(m \log 2,718)$$

Setelah mengetahui laju infiltrasi pada saat waktu konstan dihitung, selanjutnya menghitung volume total laju infiltrasi. Volume total laju infiltrasi adalah integral dari laju infiltrasi. Rumus yang digunakan yaitu :

$$F(t) = \int_0^t f_c + (f_0 + f_c) e^{-kt} dt \quad (3)$$

$$F(t) = f_c t + \left(\frac{f_0 + f_c}{k} \right) (1 - e^{-kt})$$



Gambar 1 Kurva Kapasitas Infiltrasi

SNI 7752:2012

SNI 7752:2012 merupakan SNI tata cara pengukuran laju infiltrasi tanah di lapangan menggunakan infiltrometer cincin ganda. Tata cara pengukuran ini dapat dilakukan pada permukaan tanah atau pada kedalaman tertentu dalam galian, lahan kosong atau tempat bervegetasi. Berikut keterangan ukuran alat *double ring infiltrometer* menurut SNI 7752: 2012 yaitu : terdiri dari 2 ring yaitu ring dalam dan ring luar dengan tebal ring 0,3 cm dan tinggi 50 cm dengan diameter ring dalam 30 cm dan ring luar 60 cm.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah Rimbo Panjang-Garuda Sakti dan dilakukan mulai dari April 2019. Lokasi dapat dilihat pada Gambar 2.

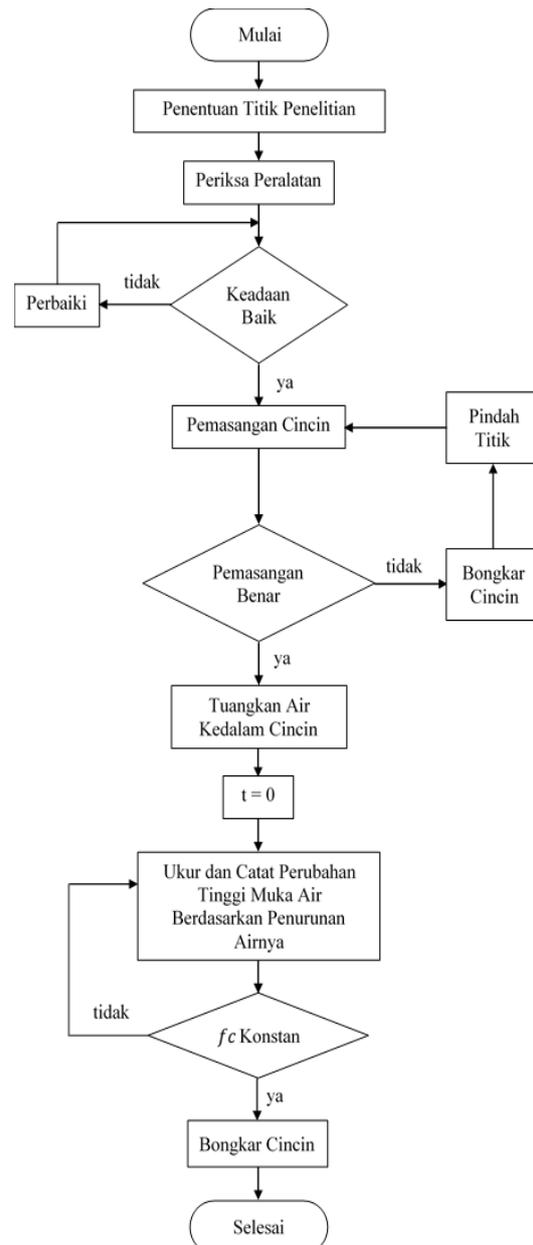


Gambar 2 Peta Daerah Rimbo Panjang-Garuda Sakti

Lokasi penelitian dibagi beberapa wilayah berdasarkan dari tata guna lahan dan menggunakan aplikasi *Google Earth* guna untuk mengetahui titik koordinat sebagai titik acuan dalam melakukan survei di lapangan dengan mempertimbangkan beberapa faktor lingkungan misalnya seperti akses menuju ke lokasi penelitian, perlunya izin dari warga setempat. Pada penelitian ini diambil 7 titik secara acak dan berbeda dengan mempertimbangkan tata guna lahan pada daerah tersebut.

Pengukuran Parameter Infiltrasi di Lapangan

Pengukuran laju infiltrasi di lapangan dilakukan pada 7 titik yang berbeda untuk mewakili tata guna lahan yang terletak pada daerah Rimbo Panjang-Garuda Sakti. Kapasitas Infiltrasi diukur secara langsung di lapangan dengan menggunakan alat *double ring infiltrometer* kemudian dilakukan pengukuran infiltrasi dan analisis menggunakan metode Horton. Tata cara pengukuran laju infiltrasi di lapangan menggunakan alat *double ring infiltrometer* sesuai SNI 7752:2012.



Gambar 3 Bagan Alir Pengukuran Infiltrasi dengan Alat *Double Ring Infiltrometer*

Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer yang didapat langsung dari data lapangan dengan melakukan pengukuran infiltrasi di lapangan. Data yang didapat dari hasil pengukuran yaitu :

- a. Tinggi penurunan (h), atau bisa disebut Δh yaitu ketinggian permukaan air pada waktu tertentu, satuan yang digunakan biasanya centimeter (cm).

- b. Waktu penurunan (t), atau bisa disebut Δt yaitu waktu yang dicatat saat ketinggian tertentu, satuan yang digunakan biasanya satuan waktu (menit).

Analisis Data Infiltrasi Menggunakan Metode Horton

Perhitungan Laju Infiltrasi

Parameter-parameter infiltrasi yang didapat langsung dari penelitian di lapangan, berupa f_0 (laju infiltrasi awal) dan f_c (laju infiltrasi konstan) dengan penurunan per waktu (menit), selanjutnya menghitung nilai laju infiltrasi dengan menggunakan metode Horton.

Berikut tata cara perhitungan laju infiltrasi :

- a. Mencari nilai kapasitas laju infiltrasi (f) yang merupakan nilai laju penurunan infiltrasi persatuan waktu (cm/jam). Nilai f_0 (laju infiltrasi awal) dan f_c (laju infiltrasi konstan) dengan rumus Horton $\frac{\Delta h}{\Delta t} \times 60$ untuk mengkonversikan dalam cm/jam.

Berikut hasil nilai f_0 dan f_c :

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} \times 60 = \frac{20-17,9}{10} \times 60 = 12,60 \text{ cm/jam}$$

- b. Menentukan nilai k dengan menggunakan parameter-parameter hasil kurva hubungan $\log(f-f_c)$ terhadap waktu (t) dengan menggunakan persamaan linier.
- c. Setelah mendapat nilai k dan juga sudah mendapat nilai f_c dan f_0 maka sudah mendapat nilai f_c dan f_0 maka menghitung laju infiltrasi dengan menggunakan persamaan Horton.

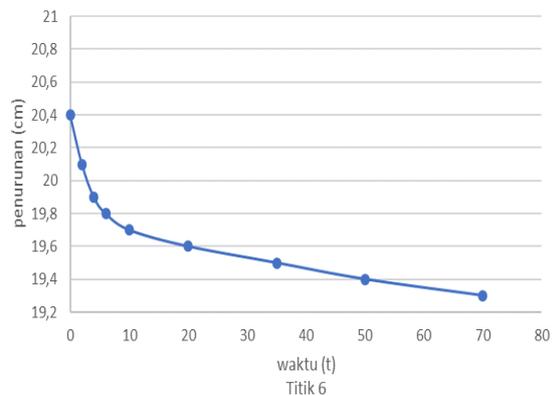
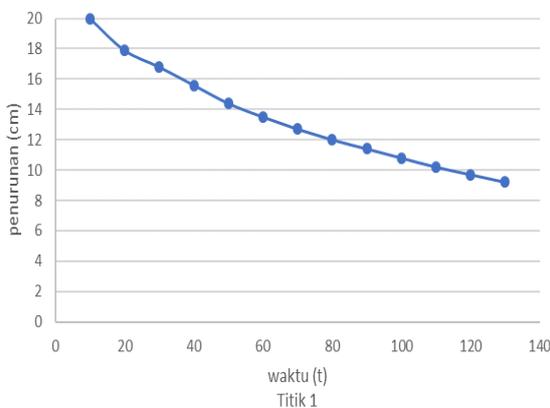
$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$
- d. Setelah menghitung nilai laju infiltrasi maka selanjutnya menghitung nilai volume total infiltrasi yang merupakan integral dari persamaan Horton.

$$F(t) = f_c \cdot t + \frac{1}{k} (f_0 - f_c) (1 - e^{-kt})$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Data Lapangan Di Lapangan

Penurunan tinggi muka air pada daerah terhadap fungsi waktu, data tersebut digunakan untuk menganalisis laju infiltrasi di suatu tempat. Data tersebut diolah menjadi suatu grafik perbandingan antara waktu dengan penurunan tinggi muka air.



Gambar 4 Grafik Penurunan Pada Tiap Lokasi

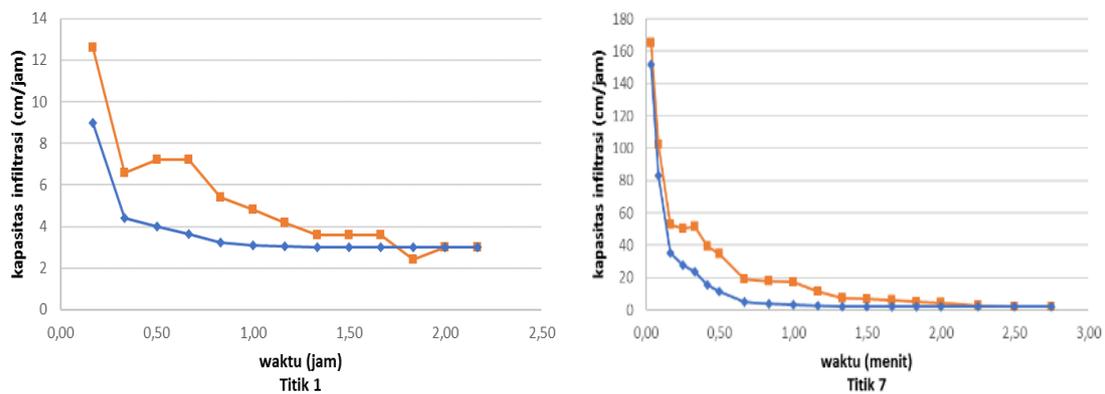
Pada penurunan di setiap titik mengalami penurunan yang sangat cepat yang disebabkan karena kondisi tanah yang berada di bawah alat *double ring infiltrometer* masih kering atau belum jenuh air, sehingga air yang melewati pori-pori tanah tidak mengalami

hambatan saat menuju ke dalam tanah, sehingga lama-kelamaan akan mengalami jenuh air sehingga tanah tidak mampu untuk menyerap air secara cepat. Tiap kondisi tanah berbeda-beda pada setiap titik lokasi sehingga lama penurunan atau infiltrasi juga berbeda.

Hasil Analisis Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi adalah banyaknya air persatuan waktu yang masuk ke dalam tanah melalui permukaan tanah.

Pada analisis ini menjelaskan nilai laju infiltrasi di semua titik penelitian di lapangan, yang menggunakan persamaan Horton.

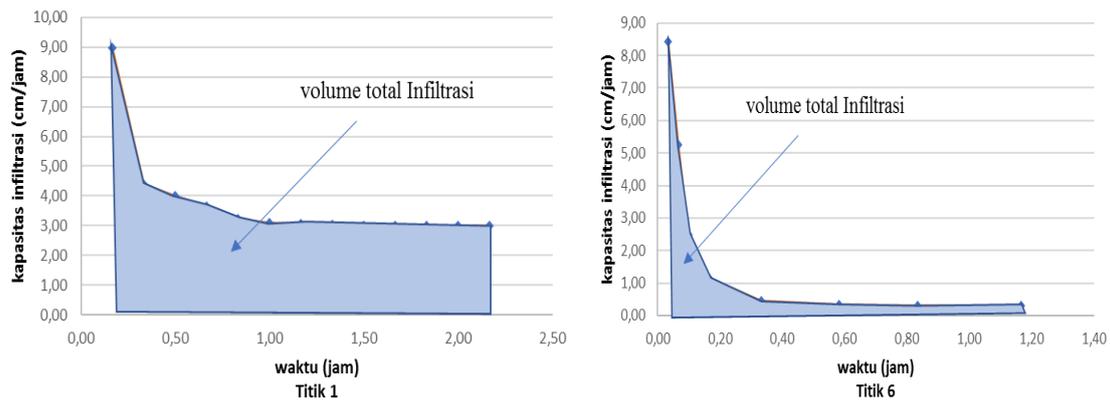


Gambar 5 Grafik Laju Infiltrasi Metode Horton

Pada grafik laju infiltrasi metode Horton, bahwa perbandingan antara grafik penurunan aktual jauh berbeda dengan grafik metode Horton yang disebabkan faktor k atau konstanta tanah. Pada grafik Horton menganggap bahwa pada suatu lokasi tersebut mempunyai asumsi jenis tanah yang sama, sedangkan saat kondisi real belum tentu suatu kondisi lokasi memiliki jenis tanah yang sama, oleh karena itu pada grafik Horton dapat dilihat untuk penurunan laju infiltrasi menunjukkan penurunan yang lebih halus.

Klasifikasi Laju Infiltrasi Berdasarkan Nilai Volume Total Infiltrasi

Guna dalam mengklasifikasi laju infiltrasi pada daerah Rimbo Panjang-Pekanbaru adalah untuk mempermudah dalam menentukan pada daerah tersebut memiliki besar atau kecilnya laju infiltrasi. Volume total infiltrasi merupakan integral dari persamaan Horton yang telah dihitung. Berikut grafik dan hasil nilai volume total infiltrasi pada 7 titik penelit



Gambar 4 Grafik Volume Total Infiltrasi

Tabel 2 Tabel Nilai Volume Total Infiltrasi

Titik Penelitian	Nilai Volume Total Infiltrasi (mm/jam)	Waktu (jam)
1	98,664	2,17
2	235,559	1,83
3	9,935	1,0
4	21,676	1,50
5	28,548	0,92
6	41,45	1,17
7	708,81	2,75

Dalam menentukan kelas infiltrasi dapat menggunakan tabel klasifikasi menurut *U.S. Convervation*. Hasil klasifikasi laju infiltrasi pada 7 titik penelitian.

Tabel 3 Klasifikasi Laju Infiltrasi Daerah Rimbo Panjang-Garuda Sakti

Titik	Jenis Tanah	Vol. Total Infiltrasi (mm/jam)	Klasifikasi Laju infiltrasi
1	<i>inceptisol</i>	98,65	Agak Cepat
2	<i>Inceptisol</i>	235,56	Cepat
3	<i>Ultisol</i>	9,94	Agak Lambat
4	<i>Inceptisol</i>	21,68	Sedang
5	<i>Inceptisol</i>	28,55	Sedang

6	<i>Granosol</i>	41,43	Sedang
7	<i>Granosol</i>	708,81	Sangat Cepat

dari tabel di atas menunjukkan bahwa tata guna lahan, jenis tanah bisa menghasilkan besar laju infiltrasi yang berbeda, yang disebabkan oleh kondisi saat penelitian yang berbeda dan tiap titik penelitian mempunyai perbedaan faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian laju infiltrasi di lapangan dan hasil analisis serta pembahasan yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan antara lain :

- Pada data penurunan di lapangan di semua titik mengalami penurunan awal yang berbeda-beda. Penurunan awal terbesar yaitu 7,2 cm pada waktu ke 2 menit pertama. Penurunan awal terkecil yaitu sebesar 0,1 cm pada waktu 2 menit.
- Pada kapasitas infiltrasi tiap lokasi mengalami perbedaan yang disebabkan kondisi lokasi tersebut. Ada beberapa kondisi tanah yang padat dan ada juga yang kondisi tanah timbun serta ada juga yang masih tanah asli. Sehingga perbedaan yang terjadi sangat

signifikan. Kapasitas infiltrasi awal (f_0) terbesar pada titik 7 yaitu 165 cm/jam dan kapasitas infiltrasi awal terkecil yaitu pada titik 3 yaitu 3 cm/jam.

- c. Pada nilai laju infiltrasi pada tiap titik diperoleh laju infiltrasi tertinggi yaitu 152 cm/jam pada waktu ke 2 menit pertama pada titik 7. Nilai laju terkecil yaitu 2,68 cm/jam pada waktu ke 2 menit pertama pada titik 3. Perbandingan antara kapasitas infiltrasi dengan laju infiltrasi Horton terdapat nilai *error*, nilai ini menunjukkan pendekatan antara nilai yang di analisis dengan nilai aktual.
- d. Pada daerah Rimbo Panjang-Pekanbaru diperoleh besar laju infiltrasi berada pada kelas agak lambat, sedang, cepat, sangat cepat. Nilai volume total infiltrasi tertinggi yaitu 708,81 mm dalam waktu 2,17 jam dengan kelas infiltrasi termasuk kelas sangat cepat yaitu pada titik nomor 7, memiliki jenis tanah gambut yang bertitik lokasikan di

kecamatan Tambang. Sedangkan nilai volume total infiltrasi terkecil yaitu 9,93 mm dalam waktu 1 jam, memiliki tanah yang padat dan berlokasi di kecamatan Tampan. Pada daerah Rimbo Panjang-Pekanbaru, persebaran laju infiltrasi pada tahun 2019 didominasi dari kelas sedang.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

- a. Perlu diperhatikan lebih lanjut pengambilan persentase titik lokasi penelitian yang lebih kecil nilainya, agar titik survei penelitian lebih banyak jumlahnya dan tersebar secara merata agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
- b. Perhitungan laju infiltrasi metode Horton dapat dihitung dengan metode perhitungan metode lain, guna sebagai pembandingan dari hasil yang telah diperoleh sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidatul F, N. 2015. *Pemetaan Laju Infiltrasi Menggunakan Metode Horton Di Dub Das tenggarang Kabupaten Bondomoso*.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Askoni, & Sarminah, S. 2018. *Laju Infiltrasi Dan Permeabilitas Pada Beberapa Tutupan Lahan Di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda*.
- Budianto, et al. *Perbedaan Laju Infiltrasi Lahan Hutan Tanaman Industri Pinus, jati dan Mahoni*.
- BSN. (2012). SNI-7752. *Tata Cara Pengukuran Laju Infiltrasi Tanah Di Lapangan Menggunakan Infiltrometer Cincin Ganda*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Soemarto. C.D. 1987. *Hidrologi Teknik, Usaha Nasional*, Surabaya.
- David, M., Fauzi, M., & Sandhyavitri, A. 2016. *Analisis Laju Infiltrasi Pada Tutupan Lahan Perkebunan Dan Hutan Tanam Industri (Hti) Di Daerah Aliran Sungai (Das) Siak*.
- Departemen Kehutanan. 20109. *Statiska Kehutanan_Bina Produksi Kehutanan*. Jakarta.
- Febriyanti, D. P. 2016. *Potensi Laju Infiltrasi Di Saluran Baku Kali Curah Tanam Dan Saluran Baku Clangap Das Sampean Baru Kabupaten Bondowoso*.
- Herlina, A. 2015. *Pemetaan Daerah Potensi Banjir Berdasarkan laju Inifltrasi Dan Intensitas Hujan Di Sub Das Tenggarang kabupaten Bondowoso*.
- Irawan, T., & Yuwono, S. B. 2016. *Infiltrasi Pada Tegakan Hutan Di Arboretum Universitas Lampung*.
- Maro'ah, S. 2011. *Kajian Laju Infiltrasi Dan Permeabilitas Tanah Pada Beberapa Model Tanaman*.
- Seyhan, E. (1990). *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Triadmojo, B. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Wiersum, K, F. (1985). *Effect of Various Vegetation Java, Indonesia*. Ins. A. El-Swaify, W. C. Moldenhauer And A.Lo, eds. *Soil Erosion and Conservation*. Ankeny, Iowa, USA: Soil Conservation Society of North America