JURNAL SAINS TERAPAN VOL. 8 NO.2 2022 e-ISSN 2477-5525
p-ISSN 2406-8810

Received : November 2022	Accepted: Januari 2023	Published : Januari 2023

Prediksi Laju Infiltrasi Metode *Flooding* Ditinjau Dari Karakteristik Tanah pada Kawasan Banjir di Kota Balikpapan Tengah

Mariatul Kiptiah[1*], Ali Arifin[2], Rundengan Keiza Putri[3]
[1,2,3]*Politeknik Negeri Balikpapan*

Mariatul.kiptiah@poltekba.ac.id

Abstract

Floods are the third highest natural disaster occured in Balikpapan City after landslides (38.36%) and fallen trees (35.85%). Flood locations experienced an increase in incidence, one of which was in Sumber Rejo Village, Central Balikpapan, Balikpapan City. In 2020 increased to 7 events (an increase of 25.71%). Central Balikpapan District is a flooded area that has a lot of land covered with morphological conditions located on a steep slope, having an area of 2,205 Km^2. The high intensity of rainfall has caused some parts of this area to be affected by floods it can disrupt the activities of local residents. This study was conducted in a high-flood area, namely in the Central Balikpapan, using the Horton, Holtan and Philip Method of analyse and the flooding method. Based on the result of the analysis and testing on the studies that have been carried out, the land cover for the measurement location of Land (TK), Angsana Tree (PA), Shurbs (SN), Jackfruit Tree (PN). Soil classification is sandy loam and clayey sand, and porosity category are low and medium. Analysis of the actual infiltration rate for location PN is 8.52% cm/hour (slightly fast), SB 4.32 cm/hour and PA 2.55cm/hour (moderate) and TK 1.98 cm/hour (slightly slow). Horton's model is suitable for use in this location because it can be applied to variants in land cover. The results of the analysis of the method he rain lasts for 10 to 180 minutes, puddle starts when tminute still occurred inundation even though the inundation condition decreased. This shows that the four-measurement location in the flood of Balikpapan City have very small infiltration rates.

Keywords ***infiltration, flooding, water content, soil porosity, soil classification***

Abstrak

Banjir menjadi kejadian bencana alam tertinggi ketiga di Kota Balikpapan setelah bencana alam tanah longsor (38,36%) dan pohon tumbang (35,85%). Lokasi banjir yang mengalami peningkatan kejadian di Kelurahan Sumber Rejo, Balikpapan Tengah, tahun 2020 meningkat menjadi 7 kejadian (25,71 %). Balikpapan Tengah merupakan kawasan banjir memiliki variasi tutupan lahan kondisi morfologis berada pada kemiringan lereng yang curam. Intensitas curah hujan yang tinggi menyebabkan sebagian dari wilayah ini terdampak bencana banjir sehingga dapat mengganggu aktivitas warga sekitar. studi ini dilakukan pada kawasan banjir tingkat tinggi yaitu di kecamatan Balikpapan Tengah, menggunakan analisis metode *Horton, Holtan,* dan *Philip* dan metode *flooding*. Hasil analisis dan pengujian pada studi yang telah dilakukan maka bisa tutupan lahan lokasi pengukuran TK, PA, SB dan PN. Klasifikasi tanah yaitu liat berpasir dan pasir bertanah liat, porositas kategori rendah dan sedang. Analisis laju infiltrasi aktual untuk lokasi PN 8.52 cm/jam (agak cepat), SB 4.32% dan PA 2.55 cm/jam (sedang) serta TK 1.98 cm/jam (agak lambat). Model Horton cocok digunakan karena dapat diaplikasikan pada variasi tutupan lahan. Hasil analisis metode *flooding* dimulai menit ke-10 sampai ke-180 masih terjadi genangan walaupun kondisi genangan menurun. Hal ini menunjukan bahwa empat lokasi pengukuran di Kawasan banjir Kota Balikpapan laju infiltrasi sangat kecil.

Kata kunci : infiltrasi, flooding, kadar air, porositas, klasifikasi tanah

e-ISSN 2477-5525
p-ISSN 2406-8810

1. Pendahuluan

Secara morfologis Kota Balikpapan terdiri dari kawasan ±85% perbukitan yang bergelombang dan ±15% merupakan daerah dataran, yang terletak di sepanjang pantai timur dan selatan [1]. Kota Balikpapan memiliki kemiringan lereng kelas >15 – 40 sebesar 21.305,57 Ha (42.33%), sehingga wiilayah Kota Balikpapan yang berpotensi terhadap bencana banjir. Pada tahun 2015 titik banjir di Kota Balikpapan adalah sebanyak 51 titik yang tersebar di kawasan Balikpapan Utara, Balikpapan Barat, Balikpapan Kota, Balikpapan Selatan. Sejak tahun 2015 banjir menjadi rencana prioritas lingkungan pemerintah kota Balikpapan, karena peningkatan luasan genangan banjir pada tahun 2014 yang tidak memiliki kawasan yang terendam banjir menjadi sebanyak 22 kejadian banjir (13,84%) tahun 2021.[2]

Banjir menjadi kejadian bencana alam tertinggi ketiga di Kota Balikpapan setelah bencana alam tanah longsor (38,36%) dan pohon tumbang (35,85%). Lokasi banjir yang mengalami peningkatan kejadian, salah satunya di Kelurahan Sumber Rejo, Balikpapan Tengah, Kota Balikpapan, pada tahun 2020 mengalami 4 kejadian banjir dan meningkat menjadi 7 kejadian (terjadi peningkatan sebesar 25,71 % dari total jumlah kejadian banjir pada 6 (enam) Kecamatan Kota Balikpapan tahun 2021.[1] Kecamatan Balikapan Tengah merupakan daerah yang memiliki banyak tutupan lahan dengan kondisi morfologis berada pada kemiringan lereng yang curam, memiliki luas daerah 2,205 Km^2 [3]. Dengan intensitas curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan sebagian dari wilayah ini terdampak bencana banjir sehingga dapat mengganggu aktivitas warga sekitar. Hujan lebat yang mengguyur Kawasan Joko Tole RT 45 merupakan salah satu bagian dari Kecamatan Balikpapan Tengah dari pukul 06.00 – 09.00 WITA (3 jam hujan harian) menyebabkan banjir dengan ketinggian air 50 cm [4].

Intensitas hujan yang tinggi sangat mempengaruhi laju infiltrasi pada wilayah, jika intensitas hujan kurang dari kapasitas infiltarsi maka laju infiltrasi yang terjadi akan lebih besar dan cepat meresap kedalam tanah, sedangkan jika intensitas hujan lebih besar dari kapasitas infiltrasi maka akan terjadi limpasan (*run off*) pada suatu kawasan tersebut. Analisis laju infiltrasi dengan metode horton pada variasi penggunaan lahan di Kota Balikpapan, dengan penggunaan lahan semak belukar sebesar 4,96 cm/jam lebih besar dari penggunaan lahan perkebunan 2,02 cm/jam. Berdasarkan data tersebut menyatakan bahwa perkebunan merupakan penggunaan lahan dengan adanya perilaku buatan sehingga menghambat nilai laju infiltrasi [5]. Berdasarkan studi [3] tentang analisis prediksi perubahan penggunaan lahan dengan pendekatan *Artificial Neural Network* dan Regresi Logistik di Kota Balikpapan menunjukan penurunan luasan penggunaan lahan kebun sebesar (6,85%) dan lahan terbuka berkurang sebesar (5,61%). Sehingga kawasan penggunaan lahan yang alami berkurang juga akan mengurangi kawasan penggunaan lahan dengan laju infiltrasi yang tinggi.

Pengukuran laju infiltrasi di Jalan Mayor Arifin, Balikpapan Selatan, Kota Balikpapan, merupakan salah satu wilayah terjadi bencana banjir, pengukuran laju infiltrasi dengan cara tancap tancap pada permukaan tanah sebesar 1,99 cm/jam lebih kecil dibandingakan dengan cara gali sebesar 2,52 cm/jam dengan analisis metode Horton. Hal ini disebebakan metode gali merupakan tanah asli tanpa adanya gangguan tutupan lahan baik berupa tutupan lahan alami maupun tutupan lahan buatan, sehingga air dengan mudah terinfiltrasi dengan cepat.[6]

Berdasarkan studi sebelumnya dilakukan dengan variasi permukaan tanah dan variasi penggunaan lahan dengan metode Horton, sedangkan studi ini dilakukan pada kawasan bencana banjir tingkat tinggi di Kota Balikpapan yaitu di kecamatan Balikpapan Tengah, menggunakan analisis metode Horton, Holtan, dan Philip sebagai pembanding analisis

e-ISSN 2477-5525
p-ISSN 2406-8810

laju [7] memiliki kadar lempung dan lanau pada kawasan tersebut karena mempunyai sifat sangat mudah menyerap air dan cepat mengalami kondisi jenuh sehingga akan banyak terjadi *run off* [8], parameter kadar air dan porositas sebagai parameter pendukung untuk mengetahui kadar air dan kadar pori yang terkandung didalam tanah. Selain mengukur parameter pendukung infiltrasi juga menggunakaan metode penggenangan (*flooding*) mengingat wilayah tersebut merupakan wilayah dengan tingkat bencana banjir yang tinggi di Kota Balikpapan.



Gambar 1. Kondisi pada saat banjir akibat hujan 3 jam

2. Metoda Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa metode, yaitu:

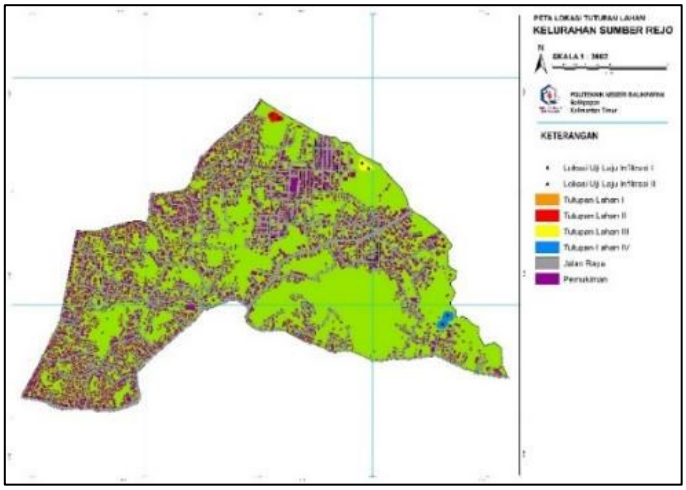
a. Pengukuran lapangan untuk penentuan titik penggunaan peta tata guna lahan dan pengukuran langsung infiltrasi menggunakan *double ring infiltrometer*.
b. Analisis model laju infiltrasi menggunakan analisis laju infitrasi aktual, Model Horton, Model Holtan dan Model Philif.
c. Analisis genangan (metode *flooding*) adalah dengan menggabungkan dan membandingkan histogram banjir kawasan penelitian dengan analisis laju infiltrasi sehingga dapat menentukan karakteristik genangan (*flooding*) pada kawasan tersebut
d. Pemeriksaan di laboratorium meliputi pemeriksaan kadar air, klasifikasi tanah, dan porositas tanah.

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan April – Juli 2022, Lokasi pengukuran berada di Kecamatan Balikaapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Gambar 3 merupakan jenis tutupan lahan yang ada dilokasi pengukuran. Tutupan lahan mempunyai pengaruh terhadap laju infiltrasi, dalam setiap lokasi pengukuran dilakukan 3 kali pengukuran setiap titik pengukuran laju infiltrasi untuk mendapatkan hasil laju infiltrasi aktual rata-rata.

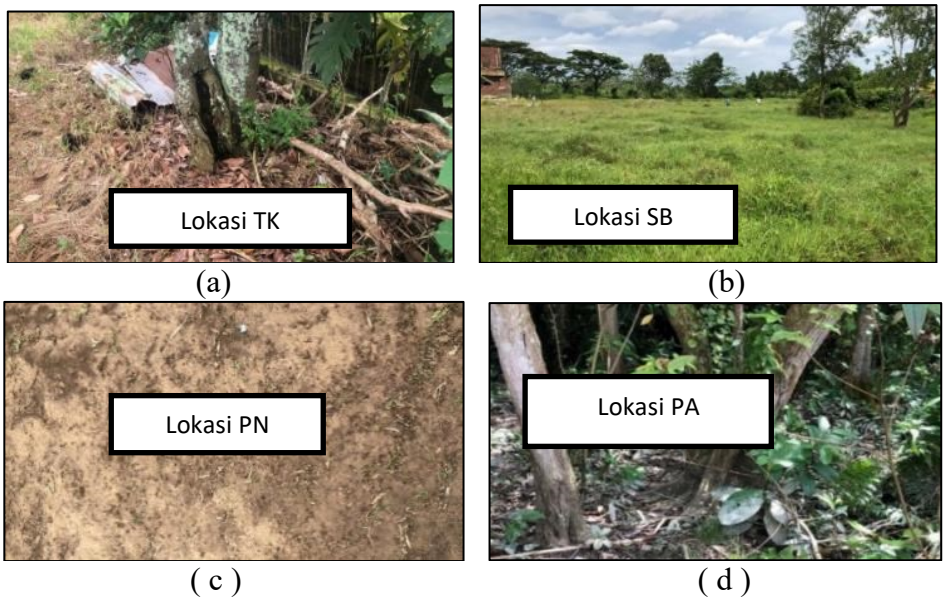
Pemilihan lokasi pengukuran berdasarkan Gambar 2 merupakan layout tampak atas lokasi pengukuran yaitu pemilihan tingkat kejadian banjir yang meningkat dan hasil survey langsung dilapangan kepada warga Kecamatan Balikpapan Tengah berkaitan wilayah yang sering terdampak banjir ketika hujan turun. Salah satu penyebab terjadi banjir di lokasi tersebut dikarenakan titik lokasi pengukuran berada di elevasi yang lebih rendah (+116,856) yang ditampilkan pada Gambar 4.

e-ISSN 2477-5525
p-ISSN 2406-8810



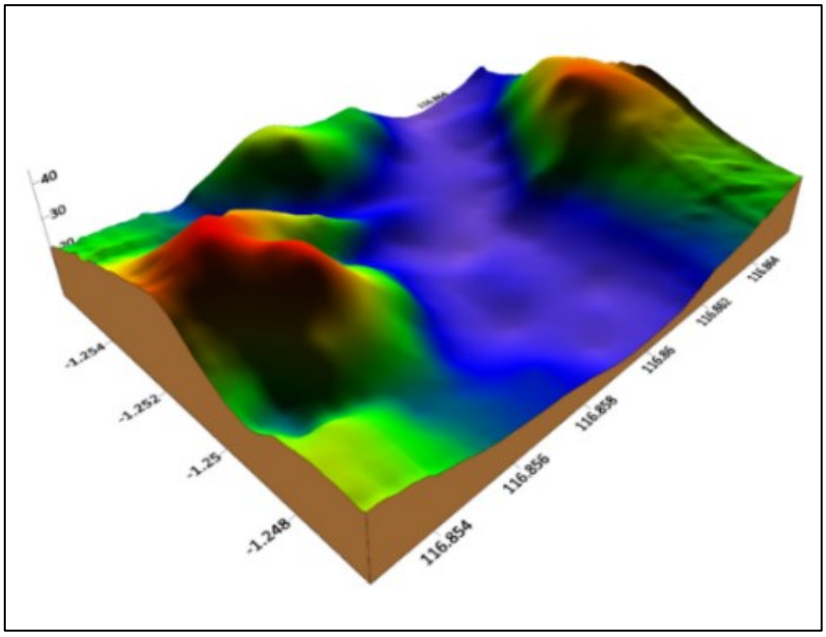
Gambar 2. Titik 4 (empat) Lokasi Pengukuran

.



Gambar 3. Tutupan lahan pada Lokasi Pengukuran (a) Tanah Kosong (b) Semak Belukar (c) Pohon Nangka dan (d) Pohon Angsana

e-ISSN 2477-5525
p-ISSN 2406-8810



Gambar 4. Kontur Lokasi Pengukuran (+116.858)

2.2 Pengukuran laju infiltrasi

Pengukuran laju infiltrasi berdasarkan [9], studi ini dilakukan 3 (tiga) kali pengukuran pada setiap 4 (empat) lokasi pengukuran di Kecamatan Balikpapan Tengah yang ditampilkan pada Gambar 1. Pengukuran laju infiltrasi dilakukan langsung dilapangan menggunakan alat ukur *double ring inflotremeter* yang ditancap langsung di permukaan tanah dengan waktu (*t*) 0 menit sampai 180 menit (atau sampai air habis terserap.

Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan, laju infiltrasi (infiltrasi aktual) dapat dihitung menggunakan persamaan 1[10]:

$$f = \frac{\Delta h}{t} x60 \ (\frac{cm}{jam}) \qquad (1)$$

Studi ini selain menghitung nilai laju infiltrasi aktual juga menganalisis menggunakan 3 model laju infiltrasi yaitu

Model Horton :

$$f = f_c + (f_o - f_c)e^{-kt} \qquad (2)$$

Model Philip :

$$I = S \times t^{1/2} \times A \times t \qquad (3)$$

Model Holtan :

$$f_p - f_c = K \times F_p^n \qquad (4)$$

Data sekunder pada studi ini adalah data curah hujan stasiun Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan. Nilai laju infiltrasi yang diukur akan di analisis dengan laju infiltrasi aktual dibandingkan dengan Model Horton, Model Philip, Model Holtan

2.3 Analisis Karakteristik Tanah

Pemeriksaan karakteristik tanah dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan, menggunakan sampel tanah tidak terganggu dan terganggu, dilakukan untuk pemeriksaan Kadar air tanah, Porositas tanah dan Klasifikasi tanah. Pemeriksaan sampel tanah untuk analisis klasifikasi tanah menggunakan metode USDA dan hidrometer, pemeriksaan *water contect,* dan porositas berupa *specific grafity* dan *grand size.*

2.4 Analisis Genangan (Metode *Flooding*)

Metode analisis dengan genangan (*flooding*) menggunakan data curah hujan maksimum tahunan selama 10 tahun (2011-

2021) dari stasiun curah hujan BPS Kota Balikpapan. data yang didapat berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang didapatkan pada studi ini didapatkan dari pengukuran laju infiltrasi langsung dilapangan

Analisis hidrologi dengan data hujan didapatkan dari histogram hujan jam-jaman dan untuk karakteristik *flooding* didapatkan dengan mengembangkan grafik pembacaan laju infiltrasi dan histogram hujan jam-jaman.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Tanah

Setelah mengambil sampel tanah pada setiap lokasi pengukuran maka dilakukan pemeriksaan klasifikasi tanah dengan metode USDA dan hidrometri, pemeriksaan kadar air dengan SNI 03-3423-2008, dan pemeriksaan porositas tanah menggunakan SNI 03-3423-2008. Hasil pemeriksaan paremeter sifat fisik tanah pendukung infiltrasi ditampilkan pada Tabel 1. dan Tabel 2. dibawah ini:

Tabel 1. Parameter sifat fisik tanah

Kode Lokasi	*Water content* (%)	Berat isi (gr/cm^3)	Berat Jenis (gr/cm^3)	Porositas (%)	Kategori
TK	11.01	1.625	2.119	22.975	Rendah
SB	21.10	1.15	2.06	44.225	Sedang
PN	18.11	1.065	2.13	49.285	Sedang
PA	24.31	1.36	2.3	41.03	Sedang



Gambar 6. Pemeriksaan Tanah,dan Pengukuran Laju Infiltrasi

Tabel 2. Klasifikasi tanah dengan metode USDA

Kode Lokasi	Pasir (%)	lanau (%)	Lempung (%)	Kategori tanah
TK	68.24	13.13	18.63	Liat berpasir
SB	86.63	6.49	6.88	Pasir bertanah liat
PN	87.3	5.36	7.34	Pasir bertanah liat
PA	79.24	6.26	14.5	liat berpasir

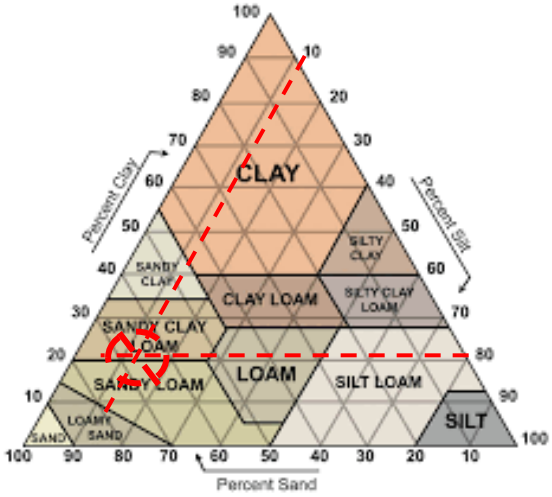
Pengukuran dilaksanakan pada saat kondisi lahan kering atau tidak dalam kondisi jenuh, mengingat Kota Balikapapan sering mengalami hujan harian maka pengukuran dilapangan 48 jam setelah hujan. Agar mengurangi kadar air yang tinggi sehingga

e-ISSN 2477-5525
p-ISSN 2406-8810

dapat diukur infiltrasi pada saat kondisi lahan tidak jenuh. Adapun hasil pemeriksaan sifat fisik tanah pada lokasi pengukuran ditampilkan pada Tabel 1.

Studi [11] melakukan percobaan laju infiltrasi dengan variasi intensitas hujan dan kepadatan tanah (*bulk density*) menggunakan alat *Simulated Rainfall Sequences*, didapatkan bahwa terjadi penurunan porositas yang cukup besar jika menurunkan *bulk density* pada tanah tetapi penurunnya tidak monoton, peningkatan intensitas curah hujan maka porositas tidak dapat terukur sempurna dan pembacaan jadi tidak terarah karena ada dua gaya yang saling tarik menarik, sehingga menentukan porositas sederhana yaitu dengan menarik interpolasi pada data infiltrasi. Namun studi yang sudah dilakukan pemeriksaan porositas yang terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 semakin kecil presentase porositas semakin kecil juga laju infiltrasi aktual.

Pemeriksaan parameter sifat fisik tanah di lokasi pengukuran Kecamatan Balikpapan Tengah yang dianalisis dari Tabel 1 terlihat pemeriksaan *water content* bahwa pada titik PA memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 24.31% dan titik TK yang terkecil sebesar 11.01%, hasil pemeriksaan analisis berat jenis dan berat isi merupakan analisis pendukung untuk memeriksa porositas tanah. Pemeriksaan klasifikasi tanah menggunakan analysis USDA didapatkan dari pemeriksaan gradasi agregat menggunakan saringan dan hidrometer dan didapatkan prsentase pasir, lanau, dan lempung, di plot pada Gambar 7.



Gambar 7. Klasifikasi Tanah USDA

Berdasarkan Gambar 7 menentukan jenis tanah pada lokasi pengukuran infiltrasi, sehingga klasifikasi tanah dapat diliat dari hasil *plot* data yang ditampilkan pada Tabel 2 klasifikasi tanah dengan metode USDA.

Tabel 2 hasil analisis metode USDA yaitu kategori tanah liat berpasir dan tanah pasir bertanah liat. Studi [12] menghasilkan pengukuran dan perhitungan laju infiltrasi konstan (*fc*) pada tanah lempung liat berdebu dan jenis tanah kambiso sebesar 78,61 cm/jam (sangat cepat), laju infiltrasi terendah pada tektur tanah tanah liat dan jenis tanah gleisol yaitu 1,12 cm/jam (agak lambat).

3.2 Infiltrasi

Infiltrasi aktual (*f*) adalah laju infiltrasi yang didapatkan langsung dilapangan menggunakan alat *double ring inflitrometer* yang ditancapkan langsung dilapangan dengan memasukan volume air kedalam alat tersebut dan mengukur penurunannya (*Δh)* dengan waktu (*t*). Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan didapatkan laju infiltrasi aktual yang ditampilkan pada Tabel 3. dengan permukaan lahan yang tidak seragam pada setiap lokasi pengukuran.

Studi [13] nilai infitrasi awal (*IIR*), infiltrasi konstan (*SIR*) dan kumalatif infiltrasi (*CI*) menurun dengan bertambahnya umur perkebunan *eucalyptus* secara signifikan. Laju infiltrasi dipengaruhi dengan meningkatnya kandungan lempung dan menurun dengan adanya kandungan pasir. Studi [12] menghasilkan bahwa laju infiltrasi konstan (*fc*) tertinggi terdapat pada karakteristik lahan yang berbeda-beda sehingga karakteristi lahan dan sifat fisik tanah seperti tekstur tanah, kadar air tanah dan porositas memiliki pengaruh besar terhadap laju infiltrasi.

Berdasarkan Tabel 3 peningkatan laju infiltrasi aktual terlihat dari perbedaan tutupan lahan dipermukaanya, laju infiltrasi aktual tertinggi terjadi pada tutupan lahan pohon nangka sebesar 8.52 cm/jam termasuk dalam kategori agak cepat dan infiltrasi aktual terendah terjadi pada tutupan lahan taman, sehingga laju infiltrasi dipengaruhi dengan lahan permukaan tanah. hal ini berbanding lurus dengan studi [14] menghasilkan bahwa laju infiltrasi dapat beradaaptasi dengan kondisi kelembapan tanah di padang rumput juga menjadi parameter yang terlepas dari jenis tanahnya, sehingga pentingnya memberikan perhatian khusus pada kondisi permukaan tanah dan kelembapan tanah awal pada saat pengukuran laju infiltrasi agar dapat mengurangi limpasan pada area yang dikolala. Dan kondisi kelembapan awal, penggunaan lahan/tutupan lahan, sifat fisik tanah adalah prasyarat yang harus diperiksa dalam memprediksi infiltrasi dan limpasan secara akurat.

Tabel 3. Laju Infiltrasi Aktual dan Permukaan Lahan

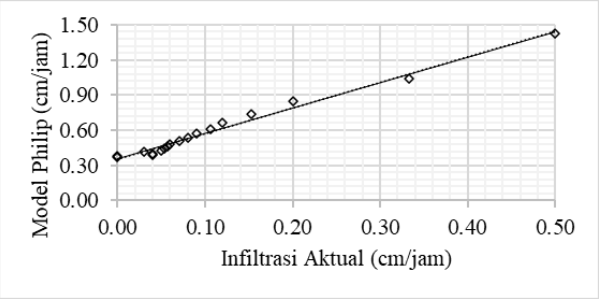
Kode Lokasi	Tutupan lahan	f_0	f_c	Infiltrasi Aktual (cm/jam)	Kriteria laju infiltrasi
TK	Taman	0.50	0.04	1.98	Agak lambat
SB	Semak Belukar	2.20	0.05	4.34	Sedang
PN	Pohon Nangka	3.40	0.04	8.52	Agak Cepat
PA	Pohon Angsana	0.80	0.04	2.55	Sedang

Infiltrasi model Holtan umunya menggunakan infiltrasi aktual dan pengaruh dari penyimpanan air pada tanah, parameter utama dalam menganalisis menggunakan perkiraan *Growth Index* (GI) dan nilai *Land Use* (a). sehingga hasil analisisnya tidak jauh berbeda dari hasil infiltrasi aktual, hanya saja dalam studi ini mempunyai tutupan lahan yang tidak seragam dan akan mempengaruh hasil analisis jika salah dalam menetukan parameter *Gi* dan *a* yang telah ditentukan. Studi [15] menghasilkan infiltrasi Model GA, Holtan dan Philip memiliki peringkat terbaik, karena kemampuan persamaan tersebut beradaptasi dengan kondisi lapangan dan tutupan lahan yang sedikit berbeda. Namun, memiliki perbedaan dengan studi dari [8] yang mengahasilkan bahwa Model Holtan belum cocok digunakan dalam kondisi semua tanah karena sifat fisik tanah salah satu variabel yang mempengaruhi laju infiltrasi yang berkaitan langsung dengan karakteristik laju infiltrasi.

Infiltrasi model Philip, mendefinisikan *sorptivitas* sebagai kuantitas yang terukur yang menggambarkan kapasitas media berpori untuk peresapan air. Studi [15] kondisi tanah kering sesaat sebelum pengukuran laju infiltrasi memiliki nilai konduktivitas tinggi sehingga kapasitas infiltrasi akan menjadi lebih besar di awal pengukuran dan menjadi kurva infiltrasi yang valid. berdasarkan studi [16] yang dilakukan pengukuran pada DAS Progo Hulu

e-ISSN 2477-5525
p-ISSN 2406-8810

bahwa infiltrasi dengan model phlip cukup sesuai dapat memperdiksi limpasan permukaan dengan analisis bilangan kurva. Hubungan model philip dan infiltrasi aktual dilapangan Gambar 8 memiliki hubungan yang kuat yang digambarkan pada persamaan empiris.



Gambar 8. Hubungan Model Philip dan Infiltrasi Aktual

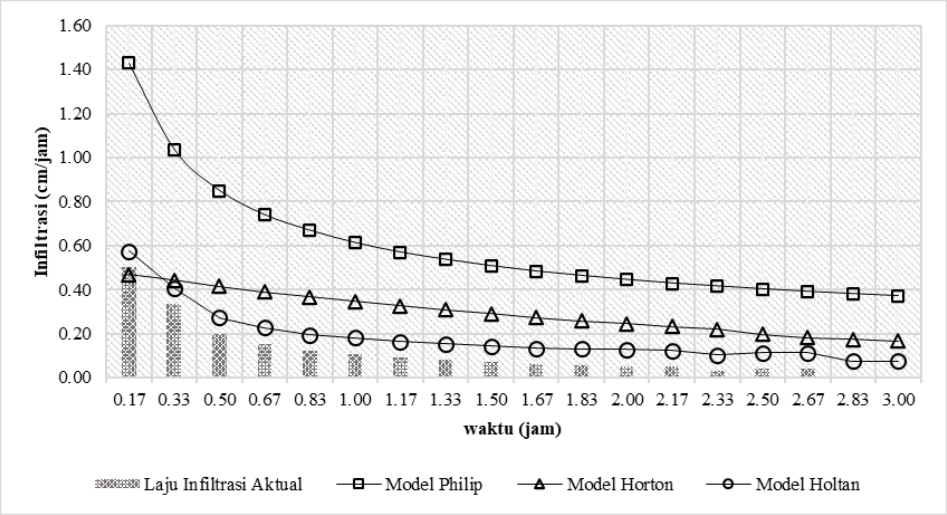
Berbeda dengan studi sebelumnya, studi [17] melakukan permodelan laju infiltrasi dengan *Artificial Neural Network* (ANN) dengan bantuan simulator hujan, analysis menunjukan bahwa kelembaban tanah dan kondultivitas hidraulik merupakan faktor yang mempengaruhi permodelan infiltrasi menggunakan ANN. Model ANN memberikan nilai akurasi tertinggi jika dibandingkan dengan model philip dan *green ampt* untuk memperkirakan laju infiltrasi kumulatif.

Berdasarkan Gambar 9 menampilan grafik hasil analisis infiltrasi menggunakan ketiga model infiltrasi pada lokasi titik pengukuran TK yang menunjukan perbedaan adalah model philip dibandingkan dengan laju infiltrasi aktual. Model philip memlilki *trend* garis yang jauh dari pengukuran infiltrasi aktual, infiltrasi model holtan dan model horton memilki *trend* yang mendekati infiltrasi aktual hanya saja adanya parameter perkiraan *GI* dan *a* dalam analisis sehingga belum dapat beradaptasi dengan sifat fisik tanah yang beragam.

Gambar 9 dari ketiga analisis infiltrasi model horton, model holtan dan model Philip yang memiliki nilai laju infiltrasi menggunakan data pengukuran dilapangan tanpa ada pengaruh dari parameter lainnya dan diturunkan ke persamaan *logarithmic* adalah model horton, berdasarkan uji validasi MAE, NSE dan kesalahan relative menggambarkan bahwa model horton memiliki nilai *error* yang lebih kecil, dan juga dapat menyesuaikan dengan karakteristik tanah yang beragam. pernyataan ini berbanding lurus dengan studi yang dilakukan [18] model infiltrasi horton lebih memungkinkan diaplikasikan pada lokasi dengan jenis tanah yang beragam dan menekankan pada kualitas laju Infiltarsi aktual dan waktu yang dibutuhkan pada pengukuran.

Pada studi ini model horton yang dapat dinyatakan valid karena dihitung berdasarkan nilai *fo* (infiltrasi awal aktual) dan secara *eksponen* menurun sampai pada kondisi konstant *fc* (infiltrasi konstan aktual). Analisis mengunak an model horton adalah menetukan nilai *k* yang didapatkan dari persamaan *linear* dengan mem*plotting* hubungan infiltrasi aktual (*f*) dan *log (fo-fc)*. Parameter *fo* dan *fc* merupakan fungsi dari data dilapangan pengukuran. Tanah dengan kategori lahan pasir bertanah liat memiliki angka sebesar 1,8 – 3 cm/jam lebih besar dibandingkan kategori liat berpasir memiliki angka sekitar 0,278 – 1,164 cm/jam, sehingga klasifikasi tanah memiliki hubungan terhadap laju infiltrasi aktual dan model horton.[8]

e-ISSN 2477-5525
p-ISSN 2406-8810



Gambar 9. Perbandingan Laju Infiltrasi Aktual dengan Ketiga Model Infiltrasi

Tabel 4. Pengujian Data hujan

No	Nama Pengujian	Penarikan Kesimpulan		Keterangan
1	Metode RAPS	$Q/n1^{/2}$ dan $R/n^{1/2}$ (hitung)	0.17	diterima
		$Q/n^{1/2}$ dan $R/n^{1/2}$ (tabel)	1.05	
2	Uji Outlier Data	Ambang Atas YH	208.3871736	Data tidak melebibi YL dan YH
		Ambang Atas YL	51.21282636	
3	UjiKetiadaan Trend Metode Spearman	Nilai alpha 5%	- 1.860 < - 0.82 < 1.860	diterima
		Nilai alpha 10%	- 2.896 < -0.82 < 2.897	
4	Uji Stasioner Metode Uji-F dan Uji - T	Uji F (5%)	0.46 < 7.71	Data Stabil
		Uji T (5%)	-1.96 < -0.003553 < 1.97	
5	Uji Persistensi	Nilai alpha 5%	-1.895 < -0.49 < 1.895	independent
		Nilai alpha 1%	-.2.998 < -0.49 < 2.998	

3.3 Analisis *Flooding*

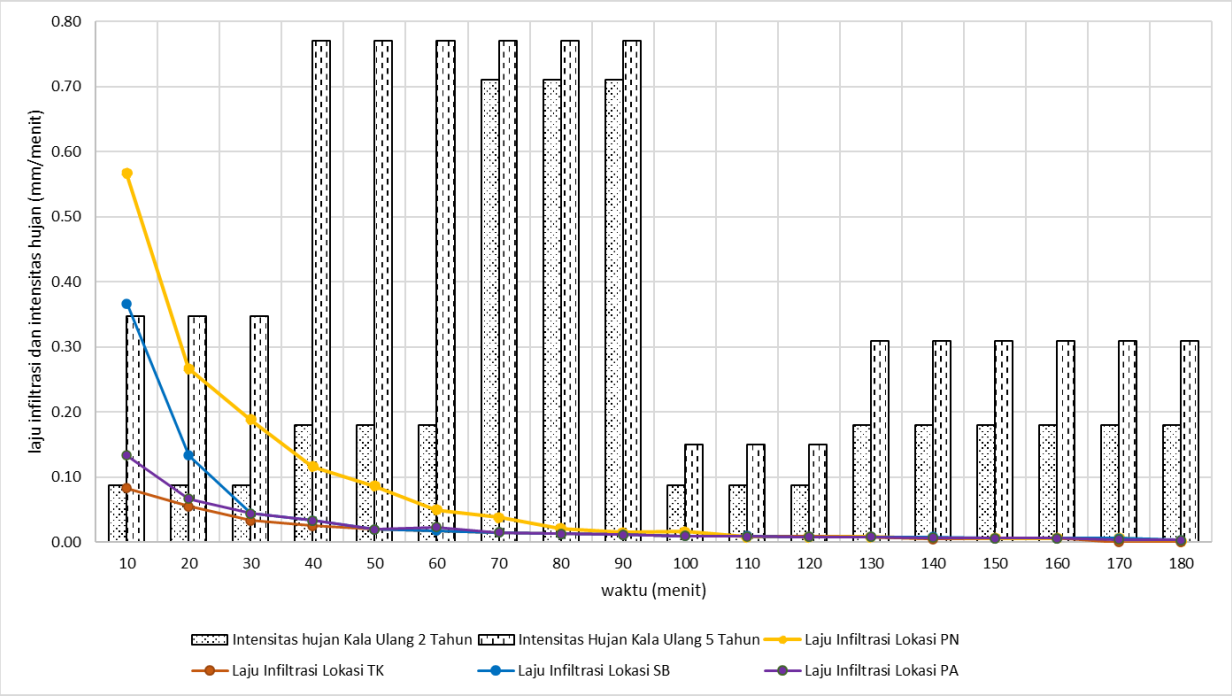
Analisis genangan digunakan untuk memprediksi limpasan yang terjadi pada saat terjadi hujan, dengan cara menggabungkan trend laju infiltrasi aktual dengan histogram hujan, dimana akan didapatkan tinggi dan lama genangan yang terjadi. [8]

Menganalisis genangan dimulai dengan menguji data hujan yang ditampilkan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil pengujian maka data dihujan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya. Menghitung hujan R24 menggunakan distrubusi hujan gumbel, lalu menghitung intensitas hujan dengan durasi hujan yang digunakan ARR dan dilanjutkan menganalisis histogram satuan dengan jangka waktu 0-60 menit, 61-120 menit, 121-180 menit.

Hasil analisis histogram hujan stasisun hujan yang ditampilkan Gambar 7, pada titik lokasi PN dimana laju infiltrasi lebih kecil dari intensitas hujan yang terjadi maka dapat didefinisikan pada waktu tertenu akan terjadi adanya genangan dan lama genangan pada lokasi tersebut. Berdasarkan gambar 7 hasil analisis genangan pada titik lokasi TK terlihat bahwa pada titik ini sudah terjadi genangan pada waktu kedua (20 menit) sampai menit ke-180. Walaupun pada waktu ke-110 menit

e-ISSN 2477-5525
p-ISSN 2406-8810

genangan sudah mulai menurun tetapi sampai menit ke-180 genangan masih ada dalam skala yang sangat kecil.



Gambar 7. Grafik Analisis Genangan 4 Lokasi Pengukuran

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian pada studi yang telah dilakukan maka bisa diambil kesimpulan adalah Tutupan lahan lokasi pengukuran Tanah Kosong (TK), Pohon Angsana (PA), Semak Belukar (SB) dan Pohon Nangka (PN). Klasifikasi tanah pada 4 lokasi penelitian yaitu liat berpasir dan pasir bertanah liat. Porositas tanah yang ditinjau berdasarkan *gravity specific* adalah masuk dalam kategori rendah dan sedang. Analisis laju infiltrasi aktual untuk lokasi PN 8.52 cm/jam (agak cepat), SB 4.32% dan PA 2.55 cm/jam (sedang) serta TK 1.98 cm/jam (agak lambat).Berdasarkan hasil analisis laju infiltrasi dengan Model Horton, Holtan dan Philip, yang lebih cocok diaplikasi pada variasi tutpan lahan di lokasi penelitian adalan Model Horton, karena Model Horton mengutamakan parameter utama laju infiltrasi aktual dilapangan dengan variasi lahan yang berbeda-berbeda tanpa menambahkan parameter lainnya dan hasilnya mendekati laju infiltrasi aktual. Hasil analisis genangan (*flooding*) di 4 (empat) lokasi pengukuran terjadi genangan dengan variasi lama waktu dan kala ulang di semua penakar hujan. Dimulai titik ke-10 menit sampai ke-180 menit masih terjadi genangan walaupun kondisi genangan menurun. Hal ini menunjukan bahwa empat lokasi pengukuran di Kawasan banjir Kota Balikpapan laju infiltrasi lambat, sehingga ketika hujan terjadi dengan durasi waktu tertentu dapat menimbulkan terjadi genangan, selain itu Kawasan tersebut berada di dataran rendah (elevasi +116,858) sehingga menyebabkan air hujan yang turun jatuh kekawasan lokasi penelitian.

6. Daftar Pustaka

[1] BPS kota Balikpapan, “Badan Pusat Statidtik Kota Balikpapan 2021,”

2021.
[2] P. K. Balikpapan, "Rencana Pembangunan Jangka Menengah Kota Balikpapan," 2016.
[3] M. S. A. Hapsary, S. Subiyanto, and H. S. Firdaus, "Analisis Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Pendekatan Artificial Neural Network Dan Regresi Logistik Di Kota Balikpapan," *J. Geod. UNDIP*, vol. 10, no. 2, pp. 88–97, 2021, [Online]. Available: https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/30637.
[4] K. Tv, "Banjir Kota Balikpapan," 2022.
[5] M. Kiptiah, A. A. Soeparla, R. B. Giarto, and P. N. Balikpapan, "P-34 Analisis Laju Inflitrasi pada Variasi Penggunaan Lahan Analysis Of Infiltration Rate Use Variation In," pp. 233–241, 2021.
[6] M. Kiptiah, E. Asmanajaya, and R. B. Giarto, "Analisis," *J. Sipilsains*, vol. 10 2, no. September, pp. 151–156, 2020, [Online]. Available: http://ithh.journal.ipb.ac.id/index.php/p2wd/article/view/22930.
[7] L. D. Susanawati, B. Rahadi, and Y. Tauhid, "Penentuan Laju Infiltrasi Menggunakan Pengukuran Double Ring Infiltrometer 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.
[8] Q. M. Bagaskoro, S. Wahyuni, and U. Andawayanti, "Analisis Laju Infiltrasi Dengan Metode Penggenangan (Fooding) dan Karakteristik Tanah di Kabupaten Sampang, Madura," *J. Teknol. dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 1, no. 2, pp. 477–488, 2021, doi: 10.21776/ub.jtresda.2021.001.02.12.
[9] Badan Standar nasional, "Cara Uji Analisis Tanah," 2012.
[10] C. V.T., Maidment, *Applied Hydrology*. New York: Mc Graw Hill Book, 1988.
[11] F. Todisco, L. Vergni, A. Vinci, and D. Torri, "Infiltration and bulk density dynamics with simulated rainfall sequences," *Catena*, vol. 218, no. August, p. 106542, 2022, doi: 10.1016/j.catena.2022.106542.
[12] W. Arianto, E. Suryadi, and S. D. N. Perwitasari, "Analisis Laju Infiltrasi dengan Metode Horton Pada Sub DAS Cikeruh," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 9, no. 1, pp. 8–19, 2021, doi: 10.21776/ub.jkptb.2021.009.01.02.
[13] M. Zhao *et al.*, "Soil matrix infiltration characteristics in differently aged eucalyptus plantations in a southern subtropical area in China," *Catena*, vol. 217, no. December 2021, p. 106490, 2022, doi: 10.1016/j.catena.2022.106490.
[14] R. Ruggenthaler, G. Meißl, C. Geitner, G. Leitinger, N. Endstrasser, and F. Schöberl, "Investigating the impact of initial soil moisture conditions on total infiltration by using an adapted double-ring infiltrometer," *Hydrol. Sci. J.*, vol. 61, no. 7, pp. 1263–1279, 2016, doi: 10.1080/02626667.2015.1031758.
[15] E. R. Turner, "Comparison of Infiltration Equations and T heir Field Validation With Rainfall Simulation," p. 202, 2006.
[16] S. Ritawati, M. Mawardi, and S. Goenadi, "Kesesuaian model infiltrasi philips untuk prediksi limpasan permukaan menggunakan metode bilangan kurva," *Agritech*, vol. 32, no. 3, pp. 331–339, 2012.
[17] N. L. Sy, "Modelling the infiltration process with a multi-layer perceptron artificial neural network," *Hydrological Sciences Journal*, vol. 51, no. 1. pp. 3–20, 2006, doi:

e-ISSN 2477-5525
p-ISSN 2406-8810

10.1623/hysj.51.1.3.

[18] I. W. Setiawan, D. Harisuseno, and S. Wahyuni, “Studi Laju Infiltrasi Dengan Menggunakan Model Horton dan Model Kostiakov Pada Beberapa Tata Guna Lahan,” *J. Teknol. dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 2, no. 1, pp. 91–104, 2022.