

PERFORMA INFILTRASI DENGAN ALAT INFILTRASI BUATAN DI DAERAH PENGEMBANGAN PERMUKIMAN KOTA PADANG

Sintia Moli Sartika Sari¹, Totoh Andayono²

¹Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

²Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Email: sintiamoli2@gmail.com

Abstrak: Pertumbuhan jumlah penduduk di Kota Padang yang terus bertambah mengakibatkan kebutuhan lahan untuk permukiman meningkat sehingga terjadinya alih fungsi lahan dari daerah resapan air hujan menjadi daerah permukiman. Berkurangnya lahan resapan air dikawasan permukiman dapat dilihat dari rapatnya susunan perumahan, kecenderungan penutupan tanah menggunakan material semen dan beton, dan kondisi tanah yang dipadatkan. Hal ini mengakibatkan terhambatnya proses infiltrasi kedalam tanah sehingga pada saat terjadi hujan sebagian besar air akan menjadi genangan (aliran permukaan) dan kandungan cadangan air didalam tanah berkurang. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu usaha untuk memperbesar nilai infiltrasi. Salah satu teknik yang dapat diterapkan adalah dengan alat infiltrasi buatan (*artificial infiltration*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa infiltrasi dengan alat infiltrasi buatan di daerah pengembangan permukiman Kota Padang. Pengujian performa infiltrasi dilakukan dengan tiga analisis yaitu laju infiltrasi, kapasitas infiltrasi, dan infiltrasi kumulatif. Hasil perhitungan performa infiltrasi dengan alat infiltrasi buatan ini akan dibandingkan dengan *double ring infiltrometer*.

Hasil performa infiltrasi dengan alat infitrasi buatan didapatkan laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi rata-rata sebesar 37,05 cm/jam, dan infiltrasi kumulatif rata-rata sebesar 292,18 cm. Sedangkan performa infiltrasi dengan *double ring infiltrometer* didapatkan laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi rata-rata sebesar 1,40 cm/jam dan infiltrasi kumulatif sebesar 22,59 cm. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa alat infiltrasi buatan dapat meningkatkan laju infiltrasi, kapasitas infiltrasi, dan infiltrasi kumulatif dengan performa 26 kali dan 13 kali lebih besar dari *double ring infiltrometer*.

Kata Kunci : Infiltrasi, alat infiltrasi buatan, *double ring infiltrometer*

Abstract : *The population growth in Padang City which continues to increase has resulted the need land for settlements to increase, resulting the conversion of land functions from rainwater catchment areas to residential areas. The decrease in water catchment areas in residential areas can be seen from the density of housing arrangements, tendency to cover land using cement and concrete materials, and compacted soil conditions. This results in inhibition of the infiltration process into the soil so when rains most of the water will become puddles (surface runoff) and content of water reserves in the soil is reduced. Therefore, it's necessary to make an effort to increase the infiltration value. One technique can be applied is an artificial infiltration. This study aims to determine the performance of infiltration with artificial infiltration in the residential development area of Padang City. Infiltration performance testing was carried out with three analyzes, infiltration rate, infiltration capacity, and cumulative infiltration. Results the calculation of infiltration performance with artificial infiltration will be compared with double ring infiltrometer. The results of infiltration performance with artificial infiltration obtained average infiltration rate and infiltration capacity of 37,05 cm/hour, and average cumulative infiltration of 292,18 cm. While the infiltration performance with double ring infiltrometer obtained the average infiltration rate and infiltration capacity of 1,40 cm/hour and the cumulative infiltration of 22,59 cm. From these results, artificial infiltration can increase the infiltration rate, infiltration capacity, and cumulative infiltration with a performance of 26 times and 13 times greater than the double ring infiltrometer.*

Keyword : *Infiltration, artificial infiltration, double ring infiltrometer*

PENDAHULUAN

Kota Padang merupakan kota terbesar yang terletak di pantai bagian barat pulau Sumatera. Berdasarkan PP Nomor. 17/1980, Kota Padang memiliki wilayah seluas 694,96 km². Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2021) provinsi Sumatera Barat, jumlah penduduk Kota Padang pada akhir tahun 2021 meningkat hingga 916.295 jiwa. Sebagian besar penduduk Kota Padang tinggal didataran rendah (30% dari total wilayah geografis). Daerah padat penduduk dan pusat kegiatan ekonomi ini membentang disepanjang pesisir pantai yang merupakan kawasan rawan terhadap bencana alam seperti gempa bumi, berpotensi terjadinya tsunami, dan genangan banjir (Andayono & Mera, 2019).

Menyikapi kondisi kerentanan terjadinya bencana dan padatnya penduduk di Kota Padang, pemerintah mengatur tentang rencana pembangunan kota sesuai dengan aturan dalam (Perda) Nomor 4 Tahun (2012) tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Padang pada pasal 17 untuk meningkatkan pengembangan permukiman yang difokuskan secara optimal kearah timur dan utara dengan intensitas yang disesuaikan dengan daya dukung ruang. Kawasan yang diperuntukkan sebagai pengembangan permukiman di Kota Padang meliputi wilayah Kecamatan Pauh, Kecamatan Koto Tangah, Kecamatan Kuranji, Kecamatan Lubuk Begalung, dan Kecamatan Lubuk Kilangan. Meningkatnya pengembangan permukiman secara tidak langsung akan memicu terjadinya pembukaan lahan baru (Alviansyah & Har, 2015). Peningkatan permukiman ini mengakibatkan terjadinya perubahan alih fungsi lahan yang semula berupa lahan terbuka (hutan) sebagai daerah resapan air hujan berubah menjadi daerah permukiman yang akan mengganggu siklus air (*water balance*). Hal ini disebabkan karena adanya perubahan kondisi tanah seperti kepadatan tanah, porositas tanah, dan struktur tanah (Andayono & Mera, 2019).

Berkurangnya lahan resapan air dikawasan permukiman dapat dilihat dari rapatnya susunan perumahan, kecenderungan penutupan tanah menggunakan material semen dan beton, serta kondisi tanah yang dipadatkan. Hal ini mengakibatkan terhambatnya proses infiltrasi kedalam tanah sehingga pada saat terjadi hujan sebagian besar air akan menjadi genangan (aliran permukaan) dan kandungan cadangan air didalam tanah berkurang. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu usaha untuk memperbesar nilai infiltrasi. Salah satu teknik yang dapat diterapkan adalah

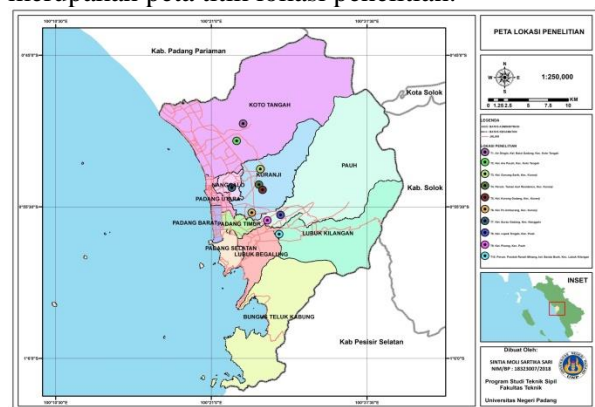
dengan alat infiltrasi buatan (*artificial infiltration*).

Alat infiltrasi buatan merupakan suatu alat dengan kedalaman 100 cm dan luas penampang 2500 cm². Dimensi alat infiltrasi buatan ini merujuk pada permodelan alat dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di laboratorium. Dengan penerapan model alat infiltrasi buatan ini di-kawasan permukiman, perlu dilakukan pengujian performa infiltrasi untuk mendapatkan hasil berupa performa infiltrasi dengan alat infiltrasi buatan tersebut didaerah permukiman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimen yang mana data terkait penelitian berupa data curah hujan harian, volume air limpasan, dan penurunan air (ΔH) diambil secara langsung dilokasi penelitian. Pengambilan data infiltrasi dilapangan dilakukan dengan menggunakan alat infiltrasi buatan dengan bantuan alat penakar hujan (*rain gauge*) untuk mendapatkan data curah hujan dan alat *double ring infiltrometer* digital (DRI).

Penelitian ini dilakukan di 10 lokasi pengujian yang tersebar di 5 kecamatan didaerah pengembangan permukiman Kota Padang. Dibawah ini merupakan peta titik lokasi penelitian.



Gambar 1. Titik Lokasi Penelitian

Berikut merupakan tabel detail 10 titik lokasi pengujian yang menyebar di 5 kecamatan didaerah pengembangan permukiman Kota Padang.

Tabel 1. Koordinat Lokasi Pengujian

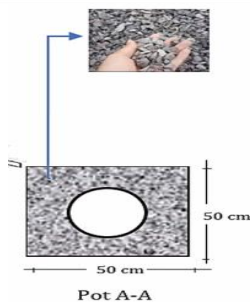
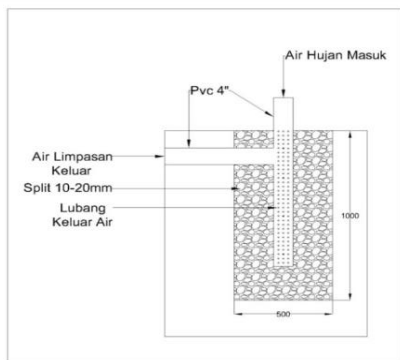
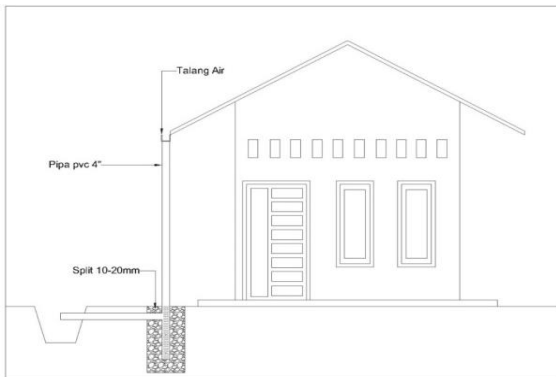
1	Air Dingin, Kec. Koto Tengah	0°49'44.06"S	100°23'08.08"E
2	Kel Aie Pacah, Kec. Koto Tengah	0°50'56.04"S	100°22'42.05"E
3	Kel Gunung Saniak, Kec. Kurarji	0°54'12.07"S	100°22'23.02"E
4	Perum. Taman Asri Residence, Kec. Kurarji	0°55'54.08"S	100°23'43.07"E
5	Kel Korong Gadang, Kec. Kurarji	0°54'02.01"S	100°24'10.08"E
6	Kel Pasar Ambacang, Kec. Kurarji	0°54'19.07"S	100°24'27.03"E
7	Kel Surau Gadang, Kec. Nanggalo	0°52'53.03"S	100°24'18.03"E
8	Kel Cupak Tengah, Kec. Pauh	0°56'04.02"S	100°25'40.04"E
9	Kel Pisang, Kec. Pauh	0°56'26.06"S	100°24'46.09"E
10	Perum. Pondok Ranah Mirang Kel. Banda Buk, Kec. Lubuk Kilangan	0°57'23.85"S	100°25'34.53"E

(Sumber: Google Earth)

Berikut merupakan alat yang digunakan dalam penelitian.

1. Alat Infiltrasi Buatan

Alat infiltrasi buatan merupakan sebuah alat yang difungsikan untuk menampung atau mengumpulkan rembesan air hujan yang mengalir dari atap rumah menuju talang air dan dialirkan dengan bantuan pipa kedalam sebuah lubang galian dengan dimensi galian tanah berukuran 50 cm x 50 cm dan kedalaman 100 cm.



Gambar 2. Konstruksi Alat Infiltrasi Buatan

2. Double Ring Infiltrometer

Pengambilan data infiltrasi dilokasi penelitian menggunakan alat DRI tipe digital (*Turf-tec Infiltrometer*) yang pelaksanaannya berpedoman pada (SNI 7752:2012, 2012).



Gambar 3. Turf Tec Infiltrometer

Pengujian performa infiltrasi dilakukan dengan tiga analisis yaitu laju infiltrasi, kapasitas infiltrasi, dan infiltrasi kumulatif.

1. Laju Infiltrasi (f)

Laju infiltrasi (*Infiltration rate*) adalah banyaknya jumlah air yang masuk kedalam tanah dalam satuan waktu (Yuwono, 2016)

Laju infiltrasi di dapatkan dari data penurunan air (ΔH) dibagi waktu lamanya pengujian.

Berikut merupakan rumus untuk menghitung laju infiltrasi sebagai berikut.

Laju infiltrasi :
 $f = (\Delta H / \Delta t) \times 60 \dots \dots \dots (1)$

Keterangan :

- f : Laju Infiltrasi (cm/jam)
- ΔH : Perubahan tinggi muka air (cm)
- Δt : Selang waktu pengukuran (jam)

2. Kapasitas Infiltrasi (fp)

Kapasitas infiltrasi adalah laju maksimum air yang dapat masuk ke dalam tanah per satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/jam atau cm/jam. Untuk mendapatkan kapasitas infiltrasi adalah dengan memasukkan nilai laju infiltrasi pada persamaan Horton untuk mendapatkan kurva kapasitas infiltrasi.

$f_p = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt} \dots \dots \dots (2)$

Keterangan:

- f_p : Kapasitas infiltrasi (cm/jam)
- f_c : Laju infiltrasi tetap atau konstan (cm/jam)
- f_0 : Laju infiltrasi awal (cm/jam)

- k : Konstanta geofisik
- t : Waktu (jam)
- e : Bilangan dasar logaritma Napierian

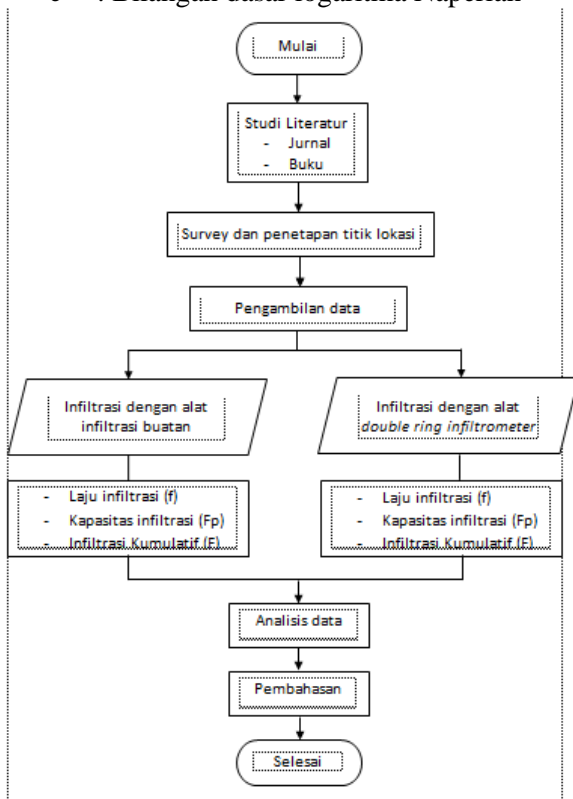
3. Infiltrasi Kumulatif (F)

Infiltrasi kumulatif atau volume infiltrasi adalah jumlah air yang dapat terinfiltrasi selama periode atau waktu (t) tertentu. Infiltrasi kumulatif atau volume total infiltrasi (F(t)) didapatkan dari persamaan berikut.

$$F(t) = f_c \cdot t + ((f_0 - f_c)) / k (1 - e^{-kt}) \dots \dots (3)$$

Keterangan:

- F : Infiltrasi kumulatif (cm)
- f₀ : laju infiltrasi awal (cm/jam)
- f_c : laju infiltrasi konstan (cm/jam)
- k : konstanta geofisik
- t : waktu (jam)
- e : Bilangan dasar logaritma Napierian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan tingginya kedalaman hujan persatuan waktu. Data kedalaman hujan (d) didapatkan dari pengukuran dilapangan dengan bantuan alat penakar hujan (*rain gauge*) dan waktu terjadinya hujan (t). Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk mendapatkan intensitas hujan.

$$I = (\text{Kedalaman Hujan (d)}) / (\text{Waktu (t)}) = \text{cm/jam}$$

Pengambilan data hujan dilakukan sebanyak 5 kali hujan disetiap lokasinya sehingga

diperoleh intensitas hujan rata-rata sebagai berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Intensitas Hujan

	Rekap Intensitas Hujan (cm/jam)					Rata-rata	Satuan
	Hujan 1	Hujan 2	Hujan 3	Hujan 4	Hujan 5		
Lokasi 1	1.53	2.16	1.54	1.05	1.22	1.50	cm/jam
Lokasi 2	2.175	3.30	3.04	2.25	3.27	2.81	cm/jam
Lokasi 3	0.61	1.56	0.93	1.55	0.41	1.01	cm/jam
Lokasi 4	4.77	4.05	11.36	7.65	10.43	7.65	cm/jam
Lokasi 5	3.00	6.80	4.04	4.06	8.60	5.30	cm/jam
Lokasi 6	1.60	1.04	2.94	3.95	2.24	2.35	cm/jam
Lokasi 7	4.27	3.3	4.61	1.76	3.93	3.57	cm/jam
Lokasi 8	0.00	3.57	4.01	5.24	2.55	3.07	cm/jam
Lokasi 9	4.43	3.20	2.53	3.76	5.40	3.86	cm/jam
Lokasi 10	2.51	3.12	1.92	0.71	2.49	2.15	cm/jam
	Rata-rata					3.33	cm/jam

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

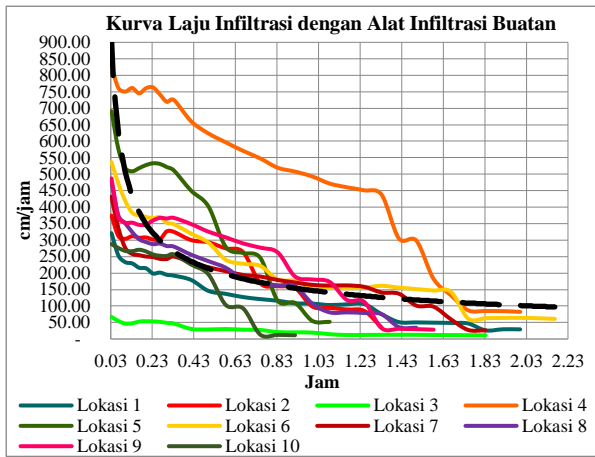
2. Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi pada alat infiltrasi buatan dihitung menggunakan data volume air hujan yang masuk (cm³) dibagi dengan luas penampang alat untuk mendapatkan nilai penurunan muka air (Δh). Nilai penurunan muka air (Δh) akan dibagi dengan waktu komulatif sehingga didapatkan nilai laju infiltrasi dengan satuan (cm/menit).

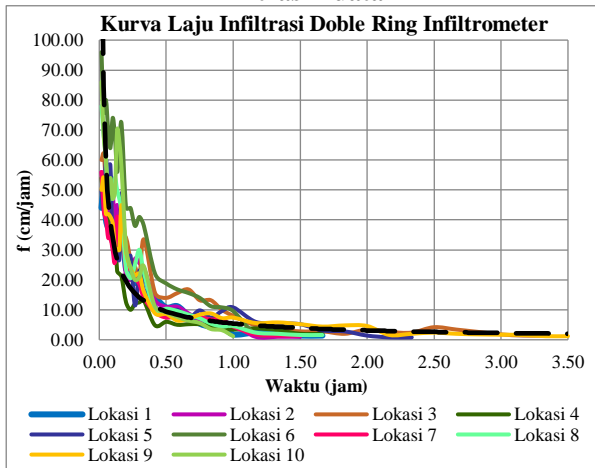
Laju infiltrasi dengan *double ring infiltrometer* prinsip pengukurannya dengan melihat penurunan air pada ring dalam jangka waktu tertentu (sampai laju infiltrasi konstan).

Pengujian infiltrasi dengan alat infiltrasi buatan ini dilakukan dengan mengambil data pada 5 kali hujan dan pengujian infiltrasi dengan *double ring infiltrometer* dilakukan pada 3 titik disetiap lokasinya. Dari beberapa kali pengukuran ini akan didapatkan laju infiltrasi rata-rata dengan menggunakan alat infiltrasi buatan dan *double ring infiltrometer*.

Hasil pengujian laju infiltrasi dengan alat infiltrasi buatan dan *double ring infiltrometer* dilampirkan dalam kurva laju infiltrasi sebagai berikut.



Gambar 5. Kurva Laju Infiltrasi dengan Alat Infiltrasi Buatan



Gambar 6. Kurva Laju Infiltrasi dengan Double Ring Infiltrometer

Dibawah ini merupakan tabel rekapitulasi laju infiltrasi pada 10 lokasi pengujian sebagai berikut.

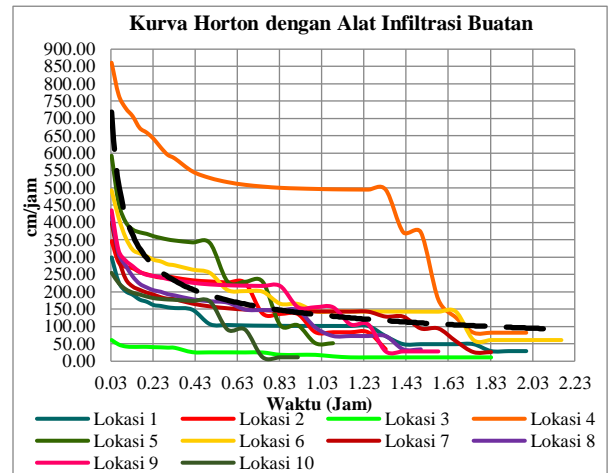
Tabel 3. Rekapitulasi Laju Infiltrasi

Titik	Lokasi	Rekap Laju Infiltrasi (cm/jam)	
		Alat Infiltrasi Buatan	Doble Ring Infiltrometer
T1	Air Dingin, Kec. Koto Tengah	29.17	1.40
T2	Kel Aie Pacah, Kec. Koto Tengah	34.80	1.00
T3	Kel. Gunung Sariak, Kec. Kuranji	11.14	1.40
T4	Perum. Taman Asri Residence, Kec. Kuranji	82.30	2.00
T5	Kel. Korong Gadang, Kec. Kuranji	51.99	0.80
T6	Kel. Pasar Ambacang, Kec. Kuranji	61.06	2.00
T7	Kel. Surau Gadang, Kec. Nanggalo	26.27	1.40
T8	Kel. Cupak Tengah, Kec. Pauh	34.13	1.60
T9	Kel. Pisang, Kec. Pauh	28.25	1.20
T10	Perum. Pondok Ranah Minang, Kel. Banda Buek, Kec. Lubuk Kilangan	11.35	1.20
Rata-Rata		37.05	1.40

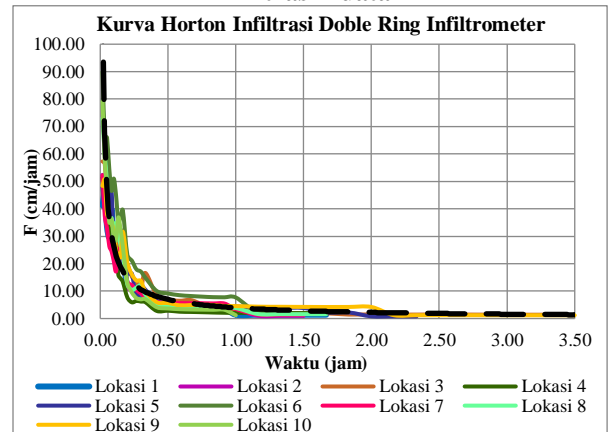
(Sumber: Hasil pengolahan Data)

3. Kapasitas Infiltrasi

Kapasitas infiltrasi dengan alat infiltrasi buatan dan alat *turf-tec* (*double ring infil-trometer*) dianalisis menggunakan persamaan model Horton, dimana dinyatakan kapasitas infiltrasi berkurang seiring bertambahnya waktu hingga mencapai konstan. Berikut merupakan kurva kapasitas infiltrasi dengan model Horton sebagai berikut.



Gambar 7. Kurva Kapasitas Infiltrasi dengan Alat Infiltrasi Buatan



Gambar 8. Kurva Kapasitas Infiltrasi dengan Double Ring Infiltrometer

Selanjutnya, hasil perhitungan yang diambil untuk nilai kapasitas infiltrasi setiap titiknya adalah nilai kapasitas infiltrasi disaat konstan. Nilai kapasitas infiltrasi konstan lebih akurat untuk mewakili nilai infiltrasi lapangan. Dibawah ini merupakan tabel rekapitulasi kapasitas infiltrasi pada 10 lokasi pengujian sebagai berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi Kapasitas Infiltrasi

Titik	Lokasi	Rekap Kapasitas Infiltrasi (cm/Jam)	
		Alat Infiltrasi Buatan	Doble Ring Infiltrometer
T1	Air Dingin, Kec. Koto Tengah	29.17	1.40
T2	Kel Aie Pacah, Kec. Koto Tengah	34.80	1.00
T3	Kel. Gunung Sariak, Kec. Kuranji	11.14	1.40
T4	Perum. Taman Asri Residence, Kec. Kuranji	82.30	2.00
T5	Kel. Korong Gadang, Kec. Kuranji	51.99	0.80
T6	Kel. Pasar Ambacang, Kec. Kuranji	61.06	2.00
T7	Kel. Surau Gadang, Kec. Nanggalo	26.27	1.40
T8	Kel. Cupak Tengah, Kec. Pauh	34.13	1.60
T9	Kel. Pisang, Kec. Pauh	28.25	1.20
T10	Perum. Pondok Ranah Minang, Kel. Banda Buek, Kec. Lubuk Kilangan	11.35	1.20
Rata-Rata		37.05	1.40

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4. Infiltrasi Kumulatif

Infiltrasi kumulatif atau jumlah infiltrasi total adalah jumlah air yang dapat terinfiltrasi

selama periode atau waktu (t) tertentu yang dinyatakan dalam satuan (cm) atau (m) tergantung pada satuan parameter infiltrasi yang digunakan. Volume infiltrasi didapatkan dari laju infiltrasi pada saat konstan. Infiltrasi kumulatif (F(t)) merupakan integral dari persamaan Horton.

Berikut merupakan tabel rekapitulasi nilai infiltrasi kumulatif dengan menggunakan alat infiltrasi buatan dan alat *turf-tec* (*double ring infiltrometer*) yang telah dilakukan pada 10 lokasi pengujian sebagai berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi Infiltrasi Kumulatif

Titik	Lokasi	Rekap Infiltrasi Kumulatif (cm)	
		Alat Infiltrasi Buatan	Doble Ring Infiltrrometer
T1	Air Dingin, Kec. Koto Tengah	205.42	14.05
T2	Kel Aie Pacah, Kec. Koto Tengah	243.54	17.35
T3	Kel. Gunung Sarak, Kec. Kuranji	40.38	33.02
T4	Perum. Taman Asri Residence, Kec. Kuranji	778.34	20.21
T5	Kel. Korong Gadang, Kec. Kuranji	291.68	23.63
T6	Kel. Pasar Ambacang, Kec. Kuranji	393.14	29.09
T7	Kel. Surau Gadang, Kec. Nanggalo	316.84	17.27
T8	Kel. Cupak Tengah, Kec. Pauh	244.39	23.46
T9	Kel. Pisang, Kec. Pauh	391.80	31.94
T10	Perum. Pondok Ranah Minang, Kel. Banda Buek, Kec. Lubuk Kilangan	116.26	15.90
	Rata-Rata	292.18	22.59

(Sumber: Hasil pengolahan Data)

Berdasarkan hasil tabel 3, tabel 4, dan tabel 5 didapatkan nilai rata-rata laju infiltrasi, kapasitas infiltrasi, dan infiltrasi kumulatif yang mana nilai ini merupakan nilai performa infiltrasi dari alat infiltrasi buatan dan alat *turf-tec* (*double ring infiltrometer*). Dibawah ini merupakan tabel rekapitulasi performa infiltrasi didaerah pengembangan permukiman Kota Padang yang sebagai berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi Performa Infiltrasi

No	Item	Alat Infiltrasi Buatan	Doble ring Infiltrrometer (DRI)	Performa
1	Laju Infiltrasi (cm/jam)	37.05	1.40	26 kali
2	Kapasitas Infiltrasi (cm/jam)	37.05	1.40	26 kali
3	Infiltrasi Kumulatif (cm)	292.18	22.59	13 kali

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

KESIMPULAN

Dari hasil analisis data yang didapatkan dari pengujian dilapangan dengan menggunakan alat infiltrasi buatan dan *turf-tec* (*double ring infiltrometer*) yang dilakukan pada 10 lokasi di daerah pengembangan permukiman Kota Padang, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Performa infiltrasi alat infiltrasi buatan didapatkan laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi rata-rata sebesar 37,05 cm/jam, dan infiltrasi

kumulatif rata-rata sebesar 292,18 cm. Sedangkan performa infiltrasi alat *turf-tec* (*double ring infiltrometer*) didapatkan hasil laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi rata-rata sebesar 1,40 cm/jam dan infiltrasi kumulatif sebesar 22,59 cm.

2. Performa infiltrasi dengan alat infiltrasi buatan lebih besar dibandingkan dari *turf-tec* (*double ring infiltrometer*) yang mana alat infiltrasi buatan dapat meningkatkan laju infiltrasi, kapasitas infiltrasi, dan infiltrasi kumulatif dengan performa 26 kali dan 13 kali lebih besar dari *double ring infiltrometer*
3. Hasil performa infiltrasi dari alat infiltrasi buatan ini menunjukkan bahwa alat infiltrasi buatan dapat memperbesar infiltrasi sehingga penerapan alat infiltrasi buatan ini diper-mukiman baik untuk diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Alviansyah, & Har, R. (2015). Efektifitas Pemanfaatan Sumur Resapan dan Biopori sebagai Artificial Recharge untuk Meresapkan Air Hujan ke dalam Lapisan Akuifer Dangkal pada DAS Batang Kuranji Kota Padang. 6(2), 135–144.

Andayono, T., & Mera, M. (2019). Hubungan Laju Infiltrasi Terhadap Kepadatan Tanah di Kawasan Pemukiman. 6 th ACE Conference. 29 Oktober 2019, Padang, Sumatra Barat, 593–602.

BPS Kota Padang. (2021). kota Padang Dalam Angka 2021 (BPS Kota Padang (ed)).

Perda Kota Padang No 4:2012. (2012). Rencana Tata Ruang wilayah Kota Padang Tahun 2010 – 2030.

SNI 7752:2012. (2012). Tata cara pengukuran laju infiltrasi di lapangan menggunakan infiltrometer cincin ganda dengan cincin dalam tertutup. Badan Standardisasi Nasional (BSN).

