



Analisis Laju Infiltrasi Pada Ruang Terbuka Hijau Yang Terbatas Di Pemukiman Perkotaan

Rizka Arbaningrum¹, Galih Wulandari Subagyo², Resdiansyah³

^(1,2,3) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya

Abstrak

Perkembangan dan pertumbuhan suatu wilayah berimplikasi terhadap pertumbuhan dan kepadatan penduduk. Pertambahan penduduk yang terus-menerus tersebut membawa konsekuensi spasial yang serius bagi kehidupan kota, yaitu adanya tuntutan akan space dalam rangka pemenuhan kebutuhan. Salah satu wilayah yang kerap kali berkembang adalah wilayah perkotaan. Perumahan Pondok Pucung 1, Kelurahan Sawah Besar, Kecamatan Pondok Aren yang memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi. Dengan kepadatan penduduk yang demikian tinggi, maka sebagian besar lahan digunakan untuk bangunan, terutama untuk perumahan, sarana dan prasarana publik, serta sedikit saja lahan yang digunakan untuk penghijauan dan perkebunan. Guna mendukung gerakan pengelolaan lahan hijau tersebut, diperlukan penelitian terlebih dahulu, yaitu mengenai analisis besar nilai laju infiltrasi di wilayah permukiman perkotaan. Diharapkan hasil dari penelitian dapat mengetahui laju resapan air ke dalam tanah dengan luas lahan hijau yang tersedia. Perhitungan nilai laju infiltrasi dilakukan menggunakan dua metode yaitu metode Horton dan metode aktual, perhitungan menggunakan dua metode ini dilakukan agar meyakinkan hasil baik hasil pengukuran dilapangan atau hasil perhitungan rumus. Dari hasil uji linier menyatakan nilai laju infiltrasi metode aktual dan horton memiliki pola positif dan keterkaitan kedua variabel sebesar 98.88%, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil perhitungan nilai laju infiltrasi dari kedua metode. Sehingga didapat indeks laju infiltrasi sebesar 10.4367 mm/jam. Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada Perumahan Pondok Pucung yang memiliki prosentasi 2% dari total luas wilayah, memiliki potensi untuk menyerap air ke dalam tanah. Sehingga upaya konservasi air dan upaya penghijauan dapat dilakukan dengan baik.

Keywords : Infiltrasi, Ruang Terbuka Hijau, Permukiman

1. Pendahuluan

Perkembangan dan pertumbuhan suatu wilayah berimplikasi terhadap pertumbuhan dan kepadatan penduduk. Pertambahan penduduk yang terus-menerus tersebut membawa konsekuensi spasial yang serius bagi kehidupan kota, yaitu adanya tuntutan akan space dalam rangka pemenuhan kebutuhan. Salah satu wilayah yang kerap kali berkembang adalah wilayah perkotaan. Perkembangan kota saat ini memiliki penduduk yang padat, sehingga menuntut ketersediaan sarana dan prasarana yang menunjang aktivitas dan kebutuhannya. Keterbatasan lahan menjadi salah satu kendala dalam pemenuhan hal tersebut, khususnya pada perkotaan yang diakibatkan peningkatan kawasan industri, pembangunan fisik, dan pertumbuhan ekonomi (Ainun, 2013).

Perubahan tata guna lahan dapat berpengaruh terhadap siklus hidrologi. Salah satu contohnya adalah berkurangnya jumlah air hujan yang dapat meresap ke dalam tanah (infiltrasi), sebagian besar air hujan mengalir menjadi aliran permukaan akibat tertutupnya area resapan air, sehingga apabila pada wilayah tersebut tidak memiliki drainase yang baik untuk menampung aliran permukaan tersebut dapat berakibat terjadinya banjir akibat meluapnya air pada drainase karena tidak dapat menampung limpasan dari air hujan.

Perumahan Pondok Pucung 1, Kelurahan Sawah Besar, Kecamatan Pondok Aren yang memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi. Dengan kepadatan penduduk yang demikian tinggi, maka sebagian besar lahan digunakan untuk bangunan, terutama untuk perumahan, sarana dan prasarana publik, serta sedikit saja lahan yang digunakan untuk penghijauan dan perkebunan.

Masalah keterbatasan lahan hijau pada perumahan tersebut mengakibatkan berkurangnya daya resap air ke dalam tanah. Pada perumahan tersebut terdapat 2% dari total wilayah yang merupakan lahan hijau dan berpotensi sebagai resapan air ke dalam tanah. Sebagai alternative mengatasi permasalahan tersebut Ketua RT dan Ketua RW setempat telah mengadakan program bersama Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Jaya untuk mengelola potensi lahan hijau yang berada di wilayah perumahan tersebut.

Guna mendukung gerakan pengelolaan lahan hijau tersebut, diperlukan penelitian terlebih dahulu, yaitu mengenai analisis besar nilai laju infiltrasi di wilayah permukiman perkotaan. Diharapkan hasil dari penelitian dapat mengetahui laju resapan air ke dalam tanah dengan luas lahan hijau yang tersedia.

Dalam undang-undang Nomor 1 tahun 2011 tentang perumahan dan kawasan permukiman, yaitu permukiman adalah bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang mempunyai prasarana, sarana, utilitas umum, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan atau kawasan perdesaan. Sedangkan perumahan adalah kumpulan rumah sebagai bagian dari permukiman, baik perkotaan maupun perdesaan, yang dilengkapi dengan prasarana, sarana, dan utilitas umum sebagai hasil upaya pemenuhan rumah yang layak huni.

Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebagai infrastruktur hijau perkotaan adalah bagian dari ruang-ruang terbuka (*open spaces*) suatu wilayah perkotaan yang diisi oleh tumbuhan, tanaman, dan vegetasi (endemik, introduksi) guna mendukung manfaat langsung dan/atau tidak langsung yang dihasilkan oleh RTH dalam kota tersebut yaitu keamanan, kenyamanan, kesejahteraan, dan keindahan wilayah perkotaan tersebut. Sedangkan secara fisik RTH dapat dibedakan menjadi RTH alami yang berupa habitat liar alami, kawasan lindung dan taman-taman nasional, maupun RTH non-alami atau binaan yang seperti taman, lapangan olah raga dan kebun bunga

Terdapat dua parameter yang saling berkaitan dalam pengukuran kecepatan infiltrasi yaitu laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi. Laju infiltrasi adalah banyaknya jumlah air yang masuk ke dalam tanah melalui permukaan tanah dalam waktu tertentu (Maghfiroh, 2020), laju infiltrasi biasanya dinyatakan dalam m/s atau cm/jam. Sedangkan kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum pada jenis tanah tertentu (Harimi, 2018).

Terdapat dua bentuk dari ring infiltrometer, yaitu *single-ring* infiltrometer dan *double-ring* infiltrometer. Kelebihan dari penggunaan ring infiltrometer dari alat infiltrometer lainnya yaitu alat lebih murah, mudah untuk digunakan dan mudah dalam menganalisis datanya sehingga sudah cukup untuk mengetahui kapasitas infiltrasi di suatu wilayah sesuai dengan tata guna lahan, vegetasi dan lainnya. Namun, kekurangan dari infiltrometer ini adanya kemungkinan terganggunya tanah pada saat memasang cincin infiltrometer (Triatmodjo, 2008).

1) *Single-ring* Infiltrometer

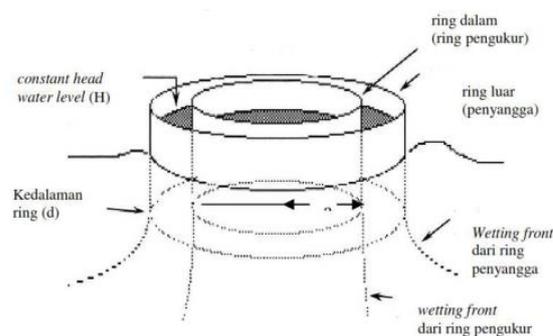
Sesuai namanya *single-ring* infiltrometer merupakan alat ukur laju infiltrasi atau disebut juga infiltrometer berupa satu buah ring infiltrometer. Alat infiltrometer akan ditancapkan ke dalam tanah dan diberi air, fungsi alat ini untuk memastikan bahwa air meresap ke dalam tanah melalui permukaan secara vertikal.

2) *Double-ring* Infiltrometer

Double-ring Infiltrometer tidak berbeda jauh dengan *single-ring* infiltrometer hanya saja *double-ring* infiltrometer memiliki dua buah *ring*

dimana *ring* yang lebih kecil akan ditempatkan tengah *ring* yang lebih besar. David, Fauzi, dan Sandhyavitri (2016) menyatakan kedua ring memiliki fungsi yang berbeda, ring luar berfungsi mengurangi kemungkinan agar air tidak bergerak secara horizontal dan ring dalam berfungsi untuk mengukur.

Gambar 1 adalah double ring infiltrometer terdiri dari dua ring yang memiliki fungsi berbeda, ring dalam berfungsi sebagai ring pengukur, dan ring luar berfungsi sebagai ring penyangga. Selain itu ring bagian luar juga berfungsi untuk mengurangi pengaruh batas dari tanah agar air tidak dapat menyebar secara lateral dibawah permukaan tanah.



Gambar 1. Double Ring Infiltrometer (M. David, 2016)

2. Metode

Penelitian berlokasi di Perumahan Pondok Pucung 1, Kelurahan Sawah Besar, Kecamatan Pondok Aren. Perumahan Pondok Pucung 1 memiliki luas sebesar 75.011 m², dengan total luas ruang terbuka hijau sebesar 1.674 m². Sehingga prosentase Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah 2% dari total luas wilayah perumahan. Pada Gambar 2 dapat dilihat lokasi dari penelitian.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

2.1 Pengukuran Infiltrasi

Pengukuran laju infiltrasi, pertama *ring infiltrometer* dimasukkan ke dalam tanah dengan kedalaman sekitar 5 cm. Kemudian mistar dipasang pada *ring* dalam untuk mengukur besar penurunan air yang terjadi. *Ring* bagian luar kemudian diisi air hingga ketinggian tertentu untuk mengurangi

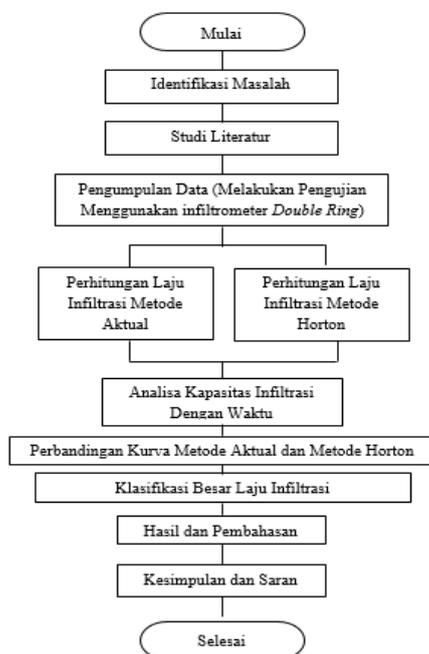
pengaruh aliran lateral yang terjadi selama pengukuran infiltrasi.

Pencatatan penurunan muka air, dilakukan setiap 15 menit, sampai penurunan air pada ring bagian dalam konstan. Laju infiltrasi dapat dihitung berdasarkan Persamaan 3.

Selanjutnya dilakukan plotting antara waktu (h) sebagai sumbu x dengan laju infiltrasi actual (mm/jam) sebagai sumbu y, sehingga diperoleh grafik hubungan laju infiltrasi actual terhadap waktu. Setelah laju infiltrasi actual diketahui, langkah berikutnya menghitung laju infiltrasi Horton menggunakan Persamaan 1.

2.2 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan-tahapan dapat di lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan dilakukan pada tanggal 3 Oktober 2021. Pengamatan lapangan yang dilakukan peneliti berupa *survey* lokasi, penelitian dan pengukuran nilai laju infiltrasi. Keterangan dan dokumentasi kegiatan penelitian dan pengukuran nilai laju infiltrasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Dokumentasi Pengamatan Lapangan

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

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

Keterangan :

f : Laju infiltrasi (cm/jam)

ΔH : tinggi penurunan air dalam selang waktu tertentu (cm)

T : Waktu yang dibutuhkan oleh air pada ΔH untuk masuk ke tanah (menit)

3.2 Penyajian Data

Penyajian data merupakan data-data primer yang diperoleh langsung oleh peneliti dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran laju infiltrasi, adapun data-data yang diamati pada saat melakukan pengukuran laju infiltrasi yaitu selisih waktu (Δt) dan tinggi muka air (H) pada cincin luar dan cincin dalam, cincin luar berfungsi untuk mengetahui apakah terjadi kebocoran pada cincin dalam, dan cincin dalam berfungsi sebagai pengukur nilai laju infiltrasi. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Tinggi Muka Air

Δt (Menit)	Menit Ke-	Perumahan Pondok Pucung 1	
		H (cm)	
		Dalam	Luar
0	0	10	10
5	5	9.78	9.7
5	10	9.58	9.42
5	15	9.4	9.15
5	20	9.25	8.9
5	25	9.12	8.7
5	30	9	8.55
10	40	8.8	8.28
10	50	8.6	8.02
10	60	8.42	7.78
10	70	8.25	7.55
10	80	8.1	7.35
10	90	7.95	7.15
15	105	7.75	6.85
15	120	7.55	6.55
15	135	7.35	6.25
15	150	7.15	5.95
15	165	6.95	5.65
15	180		

Sumber data diolah dari hasil observasi lapangan

Data pada Tabel 1 kemudian dilakukan pengolahan yaitu berupa perhitungan nilai laju infiltrasi metode aktual dan metode Horton menggunakan Persamaan 3 dan 2. Perhitungan juga dapat dilakukan menggunakan program *excel* untuk mengurangi terjadinya *error* atau kesalahan. Hasil perhitungan kemudian di *plot* pada grafik dan diuji menggunakan regresi linear untuk mengetahui perbedaan dari hasil kedua metode tersebut, apabila perbedaannya tidak signifikan maka perhitungan nilai

laju infiltrasi dapat dilanjutkan mengguakan persamaan-persamaan pada metode Horton.

3.3 Analisis Laju Infiltrasi Metode Aktual

Pada metode aktual, pengolahan data dilakukan dengan mengukur tinggi penurunan air pada ring dalam dan ring luar setiap 5 – 30 menit hingga mencapai laju infiltrasi yang konstan, untuk menghitung laju infiltrasi dapat dihitung dengan rumus yang sudah ditetapkan pada SNI 7752:2012 Tata Cara Pengukuran Laju Infiltrasi Tanah di Lapangan Menggunakan Infiltrometer Cincin Ganda, yaitu:

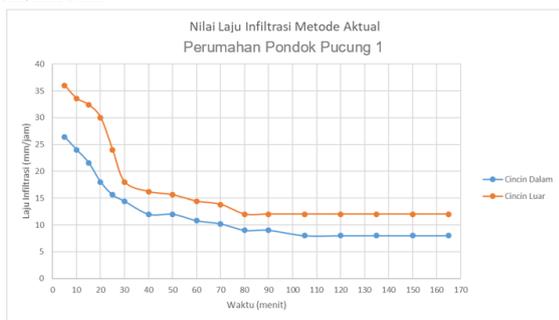
$$f = \left(\frac{\Delta h}{\Delta t}\right) \times 60 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- f : laju infiltrasi (cm/jam),
- Δh : selisih tinggi permukaan air (cm),
- Δt : selisih waktu pengukuran (menit).

Hasil kemudian akan di *plot* pada kertas grafik di mana sumbu X sebagai waktu dan sumbu Y sebagai f. Pengukuran dilakukan dengan dua cara untuk mengurangi kemungkinan terjadinya error pada saat pengambilan data berlangsung.

Pada grafik yang terdapat pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai laju infiltrasi pada cincin bagian luar lebih besar dibanding nilai laju infiltrasi pada cincin bagian dalam, sehingga dapat dinyatakan tidak terjadi kebocoran pada cincin bagian dalam. Nilai laju infiltrasi yang cukup lambat yaitu 0.8 cm/jam atau 80 mm/jam dan membutuhkan waktu 1.75 jam atau 105 menit untuk tanah mencapai nilai laju infiltrasi maksimum.



Gambar 5. Grafik Nilai laju Infiltrasi Metode Aktual

3.4 Analisis Laju Infiltrasi Metode Horton

Metode Horton dapat dinyatakan secara matematis mengikuti persamaan berikut :

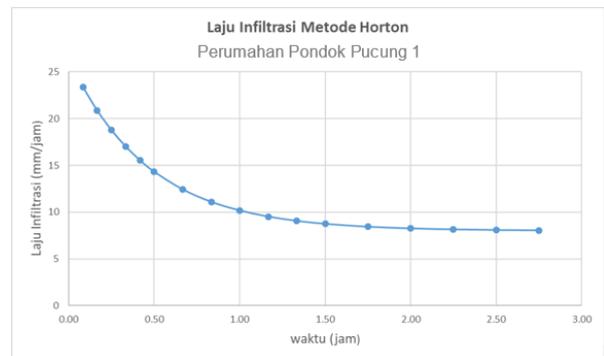
$$f = f_c + (f_o - f_c)e^{-kt} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- f : tingkat infiltrasi (cm/jam)
- f_c : tingkat infiltrasi setelah konstan
- f_o : kapasitas infiltrasi actual awal
- k : -1/ (m log 2,718)
- e : 2,718

Pada Gambar 6 dapat diketahui perubahan nilai laju infiltrasi metode Horton pada Perumahan Pondok

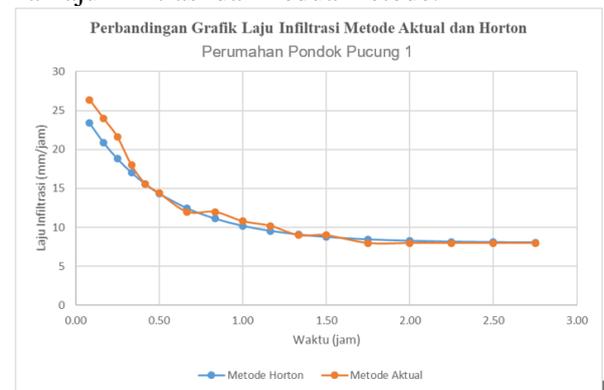
Pucung 1 selama 165 menit atau 2 jam 45 menit dengan nilai laju infiltrasi awal sebesar 23.405 mm/jam dan nilai laju infiltrasi maksimum sebesar 8.0052 mm/jam dengan waktu yang ditempuh hingga mencapai laju infiltrasi maksimum 1.75 jam atau 105 menit.



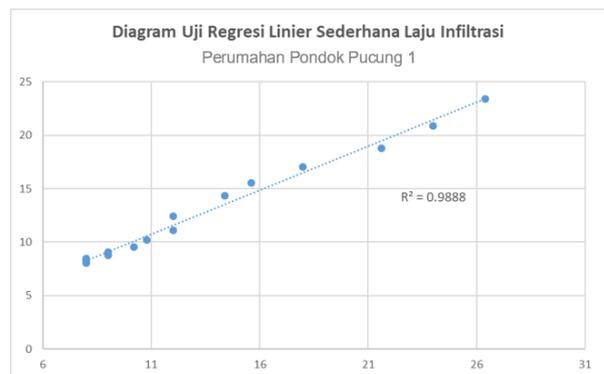
Gambar 6. Grafik Nilai laju Infiltrasi Metode Horton

3.5 Perbandingan Kurva Metode Aktual dan Horton

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan hasil perhitungan nilai laju infiltrasi, perbedaan paling terlihat pada menit ke 5 hingga menit ke 15. Pada Gambar 8 hasil uji linier menyatakan nilai laju infiltrasi metode aktual dan horton memiliki pola positif dan keterkaitan kedua variabel sebesar 98.88%, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil perhitungan nilai laju infiltrasi dari kedua metode.



Gambar 7. Perbandingan Grafik Laju Infiltrasi Metode Aktual dan Horton



Gambar 8. Diagram Uji Regresi Linier Sederhana Laju infiltrasi

3.6 Perhitungan Indeks Infiltrasi

Indeks infiltrasi merupakan rata-rata laju infiltrasi pada suatu periode hujan, indeks infiltrasi biasanya digunakan untuk memperkirakan infltrasi di daerah yang luas dan untuk dibandingkan dengan intensitas hujan dengan periode tertentu sehingga dapat diketahui kedalaman air yang terinfiltrasi dan air yang menjadi limpasan pada suatu periode hujan. Dengan menggunakan hasil perhitungan nilai laju infiltrasi metode Horton. Berikut perhitungan indeks infiltrasi:

Konstanta K (K)	: 2.1316
Laju Infiltrasi Awal (fo)	: 23.405 mm/jam
Laju Infiltrasi konstan (fc)	: 8.052 mm/jam
Waktu lamanya hujan (t)	: 3 jam
Bilangan euler (e)	: 2.7183

Sehingga dalam 3 jam total air yang masuk kedalam tanah adalah sebagai berikut :

$$f(t) = 8.052 (3) + \frac{1}{2.1316}(23.405 - 8.052)(1 - 2.7183^{-(2.1316)(3)})$$

$$f(t) = 31.31 \text{ mm dalam 3 jam}$$

Maka indeks infiltrasinya adalah

$$\text{Indeks } \Phi = \frac{31.31}{3} = 10.4367 \text{ mm/jam}$$

4. Kesimpulan

Perhitungan nilai laju infiltrasi dilakukan menggunakan dua metode yaitu metode Horton dan metode aktual, perhitungan menggunakan dua metode ini dilakukan agar meyakinkan hasil baik hasil pengukuran dilapangan atau hasil perhitungan rumus. Dari hasil uji linier menyatakan nilai laju infiltrasi metode aktual dan horton memiliki pola positif dan keterkaitan kedua variabel sebesar 98.88%, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil perhitungan nilai laju infiltrasi dari kedua metode. Sehingga didapat indeks laju infiltrasi sebesar 10.4367 mm/jam.

Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada Perumahan Pondok Pucung yang memiliki prosentasi 2% dari total luas wilayah, memiliki potensi untuk menyerap air ke dalam tanah. Sehingga upaya konservasi air dan upaya penghijauan dapat dilakukan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, Saifudin & Pramono, Himawati. 2007. *Dinamika Air Pada Daur Hutan Tanaman Acacia Mangium Di Subanjeriji Sumatera Selatan*. Sumatera Selatan.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- David, M et al. *Analisis Laju Infiltrasi Pada Tutupan Lahan Perkebunan dan Hutan Tanam Industri (HTI) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak*. Jom FTEKNIK, Oktober 2016. Volume 3 No.2.
- Febriyanti, Ainun D, et al. 2013. *Optimasi Penggunaan Lahan Perkotaan di Kawasan Perkotaan Mejayan Kabupaten Madiun*. JURNAL TEKNIK POMITS. Vol. 2, No. 2, (2013). ISSN : 2337-3539.
- Harimi, N. (2018). *Pengaruh Tipe Vegetasi Tumbuhan Terhadap Laju Infiltrasi Di Kawasan Geothermalie Suum Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar Sebagai Referensi Matakuliah Ekologi Tumbuhan* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- Harto S. 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Kodoatie, R. J. (2012). *Tata ruang air tanah*. Yogyakarta: Andi.
- Maghfiroh, R. (2020). *ANALISIS LAJU INFILTRASI HUTAN RAKYAT DI DESA RAGANG, BAJUR, TAMPOJUNG TEGGINA, KECAMATAN WARU, KABUPATEN PAMEKASAN, JAWA TIMUR* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang).
- Maro'ah, Siti. 2011. *Kajian Laju Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah Pada Beberapa Model Tanaman*. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Susanawati, L. D., Rahadi, B., & Tauhid, Y. (2019). *Penentuan Laju Infiltrasi Menggunakan Pengukuran Double Ring Infiltrometer dan Perhitungan Model Horton pada Kebun Jeruk Keprok 55 (Citrus Reticulata) Di Desa Selorejo, Kabupaten Malang*. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 5(2), 28-34.
- SNI 03-2415-1991. (2004). *Tata Cara Pengendalian Debit Banjir*: Badan Standarisasi Nasional.
- Triatmojo, B. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Brta Offset.