

SEBARAN SPASIAL LAJU INFILTRASI SEBAGAI UPAYA MENGURANGI DEGRADASI LINGKUNGAN DI DAS BERINGIN

Muhammad Nawawi[✉] Tjaturahono Budi Sanjoto

Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Juli 2014

Disetujui Juli 2014

Dipublikasikan Juni 2014

Keywords:

Distribute Spatial, Infiltrate, Environment Degradation, Drainage basin

Abstrak

Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas pada tata air pada DAS yang akan lebih dirasakan oleh masyarakat di daerah hilir. Pada keadaan normal, aliran air tanah langsung masuk ke sungai yang terdekat (Asdak, 1995). Sebagai suatu kesatuan tata air DAS dipengaruhi kondisi bagian hulu khususnya kondisi biofisik daerah tangkapan dan daerah resapan air yang di banyak tempat rawan terhadap ancaman gangguan manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) mengetahui kondisi laju infiltrasi di DAS Beringin (2) mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap laju infiltrasi di DAS Beringin. (3) menganalisis sebaran spasial infiltrasi sebagai upaya mengurangi degradasi lingkungan di DAS Beringin. Variabel penelitian ini diantaranya data topografi, curah hujan, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Pengambilan data dilakukan dengan metode dokumen, observasi lapangan dan pengukuran sampel. Teknik analisis yang digunakan adalah tumpang susun (overlay), dan membandingkan hasil analisis spasial dengan uji sampel lapangan (komparasi). Hasil penelitian menunjukkan faktor - faktor yang mempengaruhi tingkat infiltrasi meliputi: tingkat kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah dan tipe penggunaan lahan, dimana penggunaan lahan merupakan faktor terbesar yang mempengaruhi tingkat infiltrasi di DAS Beringin, dari data penelitian menunjukkan masih ada 43,2% penggunaan hutan. Dari keseluruhan luas DAS Beringin 3.035 hektar. Sebaran spasial tingkat infiltrasi yang diperoleh melalui analisis Sistem Informasi Geografis dan uji sampel yaitu: tingkat infiltrasi kategori lambat 610 ha, agak lambat 446 ha, sedang 145 ha, agak cepat 334 ha, dan cepat 1.499 ha

Abstract

Use change of forest land into agriculture will affect the quantity and quality of the water in the watershed layout that will be felt by the people in downstream areas. In normal conditions, groundwater flow directly into the nearest river (Asdak, 1995). As a whole watershed hydrology particularly influenced by the condition of the upstream catchment biophysical conditions and area of water diffusion in many places prone to the threat of human interference. Purpose of this research is: (1) knowing fast condition infiltrate in Beringin drainage basin. (2) knowing factor having an effect on to accelerateing to infiltrate in Beringin drainage basin. (3) analysing swampy forest of spacial infiltrate as effort lessen environmental degradation in Beringin drainage basin. This Research variable such as: topography data, rainfall, ground type, and land usage. Intake of data conducted with documentation method, field observation and measuring sample. Analysis technique the used is joining with others to compile (overlay), and compare result of analysis of spacial with test of sampel field (komparasi). Result of research show factors influencing level infiltrate such as: level inclination of bevel, rainfall, ground type and type land usage, where is usage of farm represent biggest factor which influence level infiltrate in Beringin drainage basin, from research data show there [is] still 43,2% usage of forest. From wide of entirety Basin Beringin 3.035 hectare. Spasial spread level infiltrate which is obtained through Geographical Information systems analysis and sample experiment that is: level infiltrate tardy category 610 ha, rather tardy 446 ha, in a rage is 145 ha, rather quickly 334 ha, and quickly 1.499 ha.

© 2013 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung C1 Lantai 1 FIS Unnes
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
E-mail: geografiunnes@gmail.com

ISSN 2252-6285

PENDAHULUAN

Infiltrasi adalah proses aliran air (umumnya berasal dari curah hujan) masuk ke dalam tanah. Perkolasi merupakan proses kelanjutan aliran air tersebut ke tanah yang lebih dalam. Dengan kata lain, infiltrasi adalah aliran air masuk ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler (gerakan air ke arah lateral) dan gravitasi (gerakan air ke arah vertikal). Setelah lapisan tanah bagian atas jenuh, kelebihan air tersebut mengalir ke tanah yang lebih dalam sebagai akibat gaya gravitasi bumi dan dikenal sebagai perkolasi (Asdak, 2007:228).

Salah satu fungsi utama dari DAS adalah sebagai pemasok air dengan kuantitas dan kualitas yang baik terutama bagi orang di daerah hilir. Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas pada tata air pada DAS yang akan lebih dirasakan oleh masyarakat di daerah hilir. Pada keadaan normal, aliran air tanah langsung masuk ke sungai yang terdekat (Asdak, 1995). Sebagai suatu kesatuan tata air DAS dipengaruhi kondisi bagian hulu khususnya kondisi biofisik daerah tangkapan dan daerah resapan air yang di banyak tempat rawan terhadap ancaman gangguan manusia.

Banyak faktor yang dapat menjadi penyebab tingkat infiltrasi dalam suatu DAS, seperti teori atau penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut teori yang menjadi landasan pertimbangan dalam melakukan penelitian ini Asdak (1995:231) menjelaskan faktor – faktor yang menentukan infiltrasi yaitu: (1) jumlah air yang tersedia dipermukaan tanah, karena itu menentukan besarnya tekanan potensial pada permukaan tanah menyebabkan semakin besar atau kecil infiltrasi, (2) sifat permukaan tanah seperti tekstur tanah, struktur, unsur organik, dan taju penutup lainnya, (3) kemampuan tanah untuk mengosongkan air di atas permukaan tanah. Menurut Triatmodjo (2008: 92-94) faktor yang mempengaruhi infiltrasi yaitu: (1) kedalaman genangan dan tebal tipis lapis jenuh, (2) kelembaban tanah, (3) pemampatan oleh hujan, (4) penyumbatan oleh butir halus, (5) tanaman Penutup, (6) topografi, (7) intensitas hujan. Menurut Sudarmanto (2013:178) Penggunaan lahan merupakan faktor kontrol, dimana meskipun lahan memiliki kemampuan infiltrasi yang besar, namun akan memiliki kondisi resapan air yang rendah apabila penggunaan lahannya tidak sesuai. Liesnoor (2012) menyebutkan beberapa kegunaan praktis adanya peningkatan infiltrasi yaitu: (1) Mencegah atau mengurangi banjir. (2)

Mengurangi erosi. (3) Meningkatkan persediaan air untuk vegetasi dan tanaman. (4) Mengisi kembali cadangan air. (5) Menyediakan aliran untuk sungai pada musim kemarau. Montarcih (2010:15) menjelaskan infiltrasi merupakan bagian dari air hujan (limpasan) yang dipengaruhi oleh (1) kondisi tanah, (2) tumbuh – tumbuhan, (3) pengerjaan tanah, (4) besar kecilnya kadar air, (5) pemampatan karena hujan.

Degradasi lingkungan yang terjadi di DAS Beringin sangat kompleks seperti berkurangnya kualitas lingkungan, banjir, dan erosi. Dinas PSDA menyatakan banjir terjadi di kawasan Semarang barat termasuk penyebabnya adalah DAS Beringin. Adapun Suryanto (2007) mengemukakan erosi yang terjadi pada DAS Beringin mencapai 61,94 ton/Ha/thn sampai 81,47 ton/Ha/tahun yang tergolong sedang. Penelitian oleh Susilo dan Bambang (2012), menjelaskan telah terjadi Perubahan tata guna lahan dari yang tadinya lahan pertanian dan lahan hijau menjadi pemukiman di DAS Beringin yaitu; Sub Das Dondong (26,258m²), Sub DAS Duwet (1.133,243 m²), Sub DAS Tikung (1.190,296 m²), Sub DAS Demangan (1.160,880 m²). Besaran perubahan debit yaitu: Sub Das Dondong (0,12m²/dt), Sub DAS Duwet (5,48 m²/dt), Sub DAS Tikung (19,08 m²/dt), Sub DAS Demangan (2,05 m²/dt).

Melihat kondisi DAS Beringin saat ini, perlu dilakukan adanya suatu kajian yang mengaitkan berbagai informasi tentang letak, kondisi lokasi, pola, dan kecenderungannya yang akan terjadi dimasa yang akan datang secara bersama – sama atau sebagian. Dalam sebuah pemodelan dibentuk sebuah formulasi yang memungkinkan dilakukan manipulasi data input. Hasil keluaran dari pemodelan merupakan gambaran fenomena yang akan terjadi, Sehingga perencanaan rehabilitasi dan pencegahan degradasi dapat dilakukan dengan melihat model spasial tingkat infiltrasi eksisting. Adapun tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah 1) Mengetahui kondisi faktor yang berpengaruh terhadap tingkat infiltrasi di DAS Beringin dengan teknik Penginderaan Jauh (PJ) dan Sistem Informasi Geografis (SIG). 2) Membuat model spasial tingkat infiltrasi di DAS Beringin dengan teknik PJ dan SIG. Manfaat penelitian ini adalah: (1) Manfaat teoritis, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan tentang infiltrasi, sehingga dimasa mendatang dapat dilakukan upaya untuk

menjaga agar siklus hidrologi di DAS Beringin tetap terjaga kealamiannya. (2) Manfaat praktis, Dinas terkait seperti Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) dan Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (Bappeda), Penelitian ini dapat menjadi masukan dan bahan pertimbangan untuk mengambil suatu kebijakan, terkait pembangunan maupun rehabilitasi lahan dan lingkungan di kawasan DAS Beringin.

METODE PENELITIAN

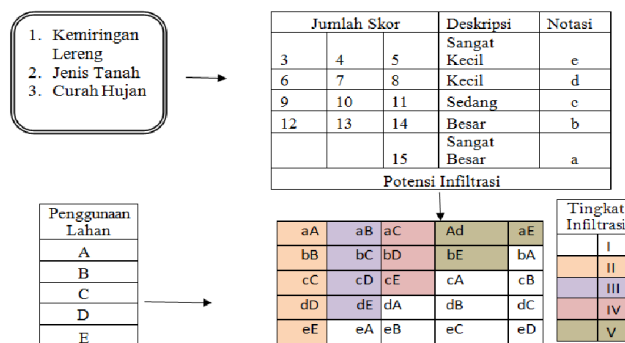
Penelitian ini dilakukan di DAS Beringin, yang termasuk didalamnya secara administratif Kecamatan Mijen, Ngaliyan, dan Tugu. Obyek penelitian ini meliputi seluruh daerah penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini, dikelompokkan menjadi dua jenis menurut sumbernya (Tika, 2005:44) yaitu data primer dan sekunder. Adapun data yang merupakan variabel yang menjadi faktor pengaruh tingkat infiltrasi adalah; kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, Penggunaan lahan, data tingkat infiltrasi. Metode pengumpulan data dilakukan dengan; 1) Metode dokumen dilakukan guna mengumpulkan data sekunder dari instansi terkait untuk mendapatkan data yang relevan. 2) Metode observasi lapangan, adalah cara dan teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang ada pada obyek penelitian. 3) Metode penentuan titik sampel pada penelitian ini berupa sampel infiltrasi dengan menggunakan metode Purposive Sampling. 4) Metode pengukuran sampel infiltrasi, diukur secara langsung di lapangan dengan menggunakan alat double ring infiltrometer. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis

spasial, deskriptif, spasial infiltrasi, dan komparasi. Analisis spasial dilakukan dengan meng-overlay beberapa variabel yang berpengaruh terhadap laju infiltrasi, sehingga diperoleh model spasial berupa sebaran spasial tingkat infiltrasi. Analisis deskripsi untuk penjabaran hasil agar lebih jelas. Pada pengukuran tingkat infiltrasi, dilakukan menggunakan metode Horton. Sedangkan metode analisis komparasi dalam penelitian ini yang dibandingkan adalah hasil overlay (analisis SIG) dan pengukuran sampel laju infiltrasi dilapangan dengan tabel klasifikasi laju infiltrasi menurut Kohnke.

Terdapat beberapa aspek dan termasuk variabel yang mempengaruhi tingkat peresapan atau infiltrasi, dan proses pengolahan datanya adalah dengan terlebih dahulu disajikan dalam bentuk peta - peta yaitu:

- a. Peta Persebaran hujan
- b. Peta Jenis tanah
- c. Peta Kemiringan lereng
- d. Peta penggunaan lahan

Peta persebaran hujan, jenis tanah atau batuan, dan peta kemiringan lereng masing – masing ditransform dalam bentuk peta potensi infiltrasi. Ketiga aspek ini memberikan indeks tingkat infiltrasi potensial alami. Bentuk penggunaan lahan merupakan aspek di bawah pengaruh kegiatan manusia, mempunyai implikasi yang berbeda terhadap infiltrasi. Jika aspek alami mencerminkan kondisi “potensial”, maka aspek penggunaan lahan mencerminkan kondisi “aktual “. Dengan cara menumpang-tindihkan resultante (yang sudah ditransformasi dalam bentuk nilai tingkat infiltrasi) aspek alami dan aspek aktual (pengaruh manusia), maka dapat dibuat peta hasil overlay yang baru. Berikut ini Pendekatan Penyusunan Model Pengkajian Daerah resapan dengan teknik tumpang susun(overlay):



Gambar 1. Diagram Penyusunan Model Tingkat Resapan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Infiltrasi

a. Penggunaan Lahan

Perkembangan alih guna lahan pada beberapa kawasan di sekitaran DAS Beringin mempengaruhi kemampuan tanah dalam meresapkan air. Keberadaan lahan bervegetasi sangat berbanding terbalik mengatasi infiltrasi

ini. Dominasi penggunaan lahan berupa tutupan vegetasi membuat tingkat resapan air di sebagian besar DAS Beringin baik. Penggunaan lahan menjadi faktor utama penentu tingkat infiltrasi menurut RTk-RHL DAS (2009). Dalam observasi lapangan yang telah dilakukan dalam penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan lahan berupa vegetasi tingkat infiltrasinya lebih tinggi dibandingkan dengan lahan tertutup atau tidak bervegetasi sama sekali.

Tabel 1. Data Penggunaan Lahan DAS Beringin

Penggunaan	Luas (Ha)	Persentase (%)	Skor	Notasi
Hutan	1318,7	43,2	5	A
Kebun	455,7	15	4	B
Tegalan	73,3	2,41	3	C
Sawah	282,75	9,3	1	E
Permukiman	535,1	17,6	1	E
Embung/ tubuh air	38,5	1,27	1	E
Penggunaan lain	331,8	10,9	4	D

Sumber: Data Primer, 2014

Dengan penggunaan lahan hutan sebesar 43,2% dan kebun campuran dan tanaman keras sebesar 15% maka kondisi resapan air dapat diperbaiki dan tanah yang terikat oleh akar akan semakin banyak sehingga erosi dan sedimentasi bisa berkurang.

b. Kondisi Iklim

Intensitas hujan harian rata-rata

merupakan jumlah harian selama setahun dibagi dengan jumlah hari hujan dalam tahun tersebut. DAS Beringin mempunyai intensitas curah hujan rata-rata antara 19,29 sampai 20,16 mm/hari. Dari tahun 1990- 2005. Sehingga kecenderungannya sudah konsisten. Berikut ini adalah data curah hujan di 3 Stasiun DAS Beringin tahun 2013.

Tabel 1. Data Jumlah Curah Hujan DAS Beringin

No.	Nama	Bujur	Lintang	Jumlah CH (mm)
1.	Beringin	110.330 BT	6.987 LS	2.702
2.	Ngaliyan	110.356 BT	7.012 LS	2.992
3.	Mijen	110.287 BT	7.102 LS	4.646

Sumber: Data Primer, 2014

c. Topografi

Kemiringan lereng DAS Beringin bervariasi dari datar (0-8%), landai (8-15%),

agak curam (15-25%), curam (25-40%), dan sangat curam (>40%), sebagaimana tabel kelas kemiringan lereng.

Tabel 2. Data Kemiringan Lereng DAS Beringin

No	Luas (Ha)	Kemiringan	Tgkt kem.	Skor kem.
1.	874,867	1	0-8%	50
2.	972,566	2	8-15%	40
3.	745,130	3	15-25%	30
4.	331,993	4	25-40%	20
5.	111,387	5	40% >	10

Sumber: Data Primer, 2014

d. Jenis Tanah

Dalam Penelitian ini Jenis tanah di DAS Beringin didominasi oleh Mediteran Merah Tua dan Regosol yang tersebar hampir disebagian besar selatan DAS beringin bagian hulu, yakni Kecamatan Mijen dan Ngaliyan dengan total luas dari hasil analisis perhitungan SIG seluas 1.550,9 ha. Jenis tanah Mediteran tua dan regosol lebih mendominasi hampir

>50% dari luas DAS beringin bagian hulu dan hilir di Kecamatan Ngaliyan dan Tugu. Dominasi kedua yang juga luas adalah Kompleks Grumosol Kelabu dan litosol dengan luas 1.437,9 ha. Selebihnya adalah jenis tanah Aluvial hidromorf seluas 20,2 ha, Aluvial kelabu dan aluvial coklat kekelabuan seluas 10,74 dan Asosiasi mediteran coklat litosol 7,10 ha. Jadi terdapat 5 jenis tanah di DAS Beringin.

Tabel 3. Data Jenis Tanah DAS Beringin

Jenis Tanah	Bahan Induk	Fisiografi	Skor Tanah	Luas (Ha)
Aluvial Hidromorf	Endapan liat	Dataran	10	20,294
Aluvial Kelabu dan Aluvia Coklat Kekelabuan	Endapan liat dan pasir	Dataran	20	10,742
Kompleks Grumosol Kelabu dan Litosol	Tuf Vulkan Intermedier	Volkan dan bukit lipatan	30	1.437,883
Mediteran Merah Tua dan Regosol	Batu pasir	Volkan dan bukit lipatan	40	1.559,030
Asosiasi Mediteran Coklat Litosol	Tuf volkan intermedier	Volkan	50	7,994

Sumber: Data Primer, 2014

2. Sebaran Spasial Tingkat Infiltrasi

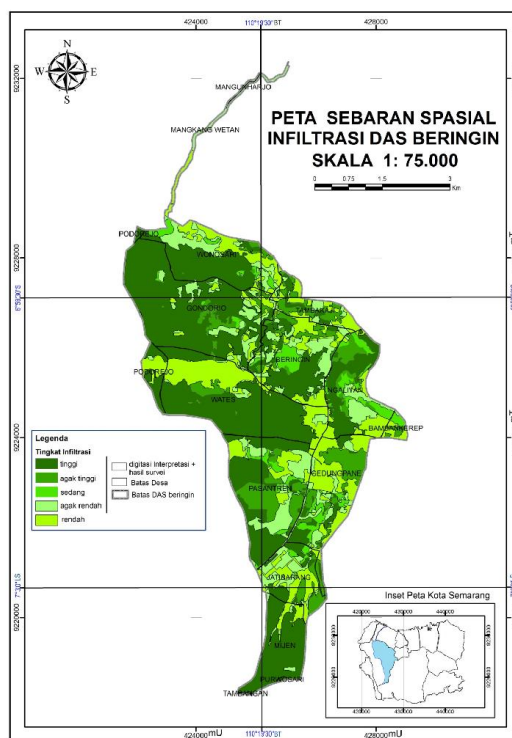
DAS beringin dengan luas 3.035 hektar, memiliki beberapa tingkat kemampuan meresapkan air kedalam tanah. Tingkat infiltrasi tersebar spasial dalam tiga kecamatan yakni Kecamatan Mijen, Ngaliyan dan Tugu. Tingkat infiltrasi lambat ada di Kelurahan Podorejo, Gedungpane, Jatibarang dan Pasantren. Tingkat infiltrasi agak lambat di Kelurahan Beringin dan Ngaliyan. Tingkat infiltrasi sedang di Kelurahan

Pasantren, Ngaliyan dan Beringin. Tingkat infiltrasi agak Cepat di Kelurahan Pasantren, Gedungpane dan Tambakaji. Tingkat infiltrasi cepat hampir ada di setiap kelurahan yang cukup luas adalah di Kelurahan Mijen, Wates dan Gondorio, kelurahan yang lainnya tersebar tidak merata, begitu juga tingkat infiltrasi yang disebutkan sebelumnya merupakan pengambilan sampel yang terluas. Berikut tabel hasilnya :

Tabel 4. Data Sebaran Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi	F (cm/jam)	Luas (ha)	Persen-tase	Distribusi (kelurahan)	JumlahUji Sampel Infiltrasi
Lambat	0 –5	610	18,5%	Podorejo, Gedungpane, Pasantren, Jatibarang	3 titik
Agak Lambat	5 –20	446	13,5%	Beringin, Ngaliyan	2 titik
Sedang	20 –65	145	4,4%	Pasantren, Ngaliyan, Beringin	1 titik
Agak Cepat	65 –125	334	10,2%	Pasantren, Gedungpane, Tambakaji	2 titik
Cepat	125 >	1.499	45,5%	Mijen, Wates, Gondorio	8 titik

Sumber: Data Primer, 2014



Gambar 2. Peta Tingkat Infiltrasi DAS Beringin

Hasil analisis spasial dengan SIG memperoleh hasil tingkat infiltrasi dalam 5 kelas dengan rincian ; tingkat infiltrasi lambat 610 ha, dalam uji sampel ditentukan 3 sampel yang mewakili hasil analisis spasial 2 titik sesuai dan 1 tidak. Tingkat infiltrasi agak lambat, 446 ha dengan 2 titik uji sampel sesuai. tingkat infiltrasi sedang, 145 ha dengan 1 titik uji sampel sesuai.

Tingkat infiltrasi agak cepat seluas 334 ha, dengan 2 titik uji sampel infiltrasi sesuai. Tingkat infiltrasi cepat dari hasil analisis SIG diwakili oleh 8 titik uji sampel infiltrasi, 6 titik sesuai dan 2 titik tidak sesuai. Komparasi kelas cepat yang tidak sesuai maksudnya adalah jika dikelaskan dengan teori Kohnke sebelum dimodifikasi dalam penelitian. Yaitu klasifikasi

sangat cepat adalah diatas 250 cm/jam. Berikut hasil komparasi ditampilkan dalam tabel.

Tabel 3.4 Komparasi Laju Infiltrasi olah SIG dan Uji sampel infiltrasi

Tingkat infiltrasi	F (cm/h)	Luasan (ha)	No. Uji	Laju Infiltrasi	F (cm/h)	check
Lambat	0 – 5	610	4.	Lambat	3,543	√
			12.	Lambat	2,879	√
			14.	Agak Lambat	9,691	-
Agak Lambat	>5 – 20	446	1.	Agak Lambat	12,644	√
			15.	Agak Lambat	15,718	√
Sedang	>20 – 65	145	7.	Sedang	60,746	√
Agak Cepat	>65 – 125	334	2.	Agak Cepat	120,063	√
			16.	Agak Cepat	123,063	√
			3.	Cepat	138,040	√
Cepat	125 >	1.499	5.	Sangat Cepat	600,319	-
			6.	Cepat	210,066	√
			9.	Cepat	144,094	√
			19.	Cepat	180,227	√
			10.	Sangat Cepat	300,097	-
			11.	Cepat	180,692	√
			13.	Cepat	150,041	√

Sumber: Data Primer, 2014

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan empat faktor yang mempengaruhi tingkat infiltrasi di DAS beringin yaitu : Penggunaan lahan, tingkat kemiringan lereng, curah hujan dan jenis tanah. Faktor terbesar yang mempengaruhi tingkat infiltrasi adalah Penggunaan lahan. Dari keseluruhan luas DAS Beringin 3.035 hektar. Sebaran spasial tingkat infiltrasi yang diperoleh melalui analisis Sistem Informasi Geografis yaitu: tingkat infiltrasi kategori lambat 610 ha, agak lambat 446 ha, sedang 145 ha, agak cepat 334 ha, dan cepat 1.499 ha.

Saran bagi Masyarakat, agar ikut andil dalam melestarikan lingkungan sekitar. Dalam jangka panjang lingkungan yang konservatif akan mencegah terjadinya kekeringan dan bencana longsor/ erosi. Hasil penelitian di DAS Beringin menunjukkan hampir 50% peresapannya masih sangat baik, maka harus dilestarikan dengan menjaga lahan hijau yang masih ada, serta meningkatkan lahan kosong dengan vegetasi hijau. Bagi Stakeholder terkait, terutama BAPPEDA dan BPDAS Untuk lebih memperhatikan kelangsungan ekosistem DAS. Meningkatkan kepedulian melalui peraturan secara tegas untuk daerah hulu sebagai kawasan konservasi. Agar tercipta siklus yang selaras dan seimbang, maka akan

mencegah terjadinya degradasi lingkungan berupa erosi, sedimentasi bahkan banjir di daerah hilir. Adanya pembatasan alih fungsi lahan di kawasan peruntukan konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay.2007. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta
- FIS. 2013. *Panduan Bimbingan Dan Penyusunan Skripsi*. Fakultas Ilmu Sosial UNNES: Semarang
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor :P. 39/Menhut-II/2009. Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRHL-DAS).
- Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011 – 2031.
- Suryanto. 2007. *Daya Dukung Lingkungan Daerah Aliran Sungai Untuk Pengembangan Kawasan Permukiman (Studi Kasus DAS Beringin Kota Semarang)*. Thesis. Universitas Diponegoro.
- Tika, M. Pabundu. 2005. *Metode Penelitian Geografi*. Bumi Aksara: Jakarta