

## **ANALISIS SPASIAL KEMAMPUAN INFILTRASI SEBAGAI BAGIAN DARI INDIKASI BENCANA KEKERINGAN HIDROLOGIS DI DAS WEDI, KABUPATEN KLATEN-BOYOLALI**

Agus Anggoro Sigit

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

*E-mail:* [anggoroseege@yahoo.com](mailto:anggoroseege@yahoo.com)

**ABSTRAK** - Kemampuan infiltrasi menunjukkan besar kecilnya daya serap tanah terhadap air hujan yang jatuh di permukaan. Kemampuan infiltrasi yang rendah dapat menjadi bagian dari indikasi kemungkinan terjadinya bencana kekeringan di suatu wilayah. Penelitian ini dilakukan di wilayah Kabupaten Klaten –Boyolali tepatnya di DAS Wedi yang merupakan Sub DAS Dengkung. Tujuan penelitian ini adalah : (1) menentukan agihan kemampuan infiltrasi di daerah penelitian; (2) menganalisis agihan kemampuan infiltrasi daerah penelitian secara keruangan, terkait kemungkinan terjadinya bencana kekeringan hidrologis di daerah penelitian. Metode penelitian yang digunakan adalah survey, metode sampling yang digunakan adalah stratified purposive sampling, adapun metode analisis yang diterapkan adalah analisis SIG kuantitatif berjenjang. Hasil penelitian menunjukkan : (1) agihan kemampuan infiltrasi kecil menempati area seluas 9,231 km<sup>2</sup> atau sekitar 8,45 % dengan satuan lahan BrIIIR (satuan berbatuan breksi vulkanik, lava dan tuf berkemiringan lereng 15 – 25 %, berjenis tanah Regosol Kelabu) berada di bagian lereng tengah daerah penelitian; kemampuan infiltrasi sedang menempati area seluas sebesar 68,454 km<sup>2</sup> (62,64 %) tersbar pada berbagai satuan lahan dan umumnya berada di bagian tengah hingga hulu; sedangkan agihan kemampuan infiltrasi besar menempati area seluas 27,46 % luas daerah penelitian atau sekitar 30,012 km<sup>2</sup>. Zona kemampuan infiltrasi "besar" terluas ditempati oleh satuan lahan BrIRswi (satuan berbatuan breksi vulkanik, lava dan tuf, memiliki kemiringan lereng 0 – 8 %, berjenis tanah Regosol Kelabu). Satuan lahan yang masuk kelompok ini tersebar di wilayah bertopografi landai hingga datar di daerah penelitian yaitu dari bagian tengah hingga hilir; (2) wilayah yang dimungkinkan rentan terjadi bencana kekeringan hidrologis berasosiasi dengan agihan dimana kemampuan infiltrasi kecil berada, yaitu di sekitar lereng tengah dan setempat-setempat di perbukitan Bayat. Secara administrative terletak di Kecamatan Kemalang dan Kecamatan Musuk bagian selatan (bawah) serta Kecamatan Karangnongko bagian utara (atas).

Kata Kunci : SIG, Kemampuan Infiltrasi, Bencana Kekeringan Hidrologis

### **PENDAHULUAN**

Di sebagian wilayah Kabupaten Klaten, permasalahan peresapan air diindikasikan oleh persoalan kesulitan memperoleh air bersih terutama pada musim kemarau. BAPPEDA Kabupaten Klaten (2006) menyebutkan, bahwa di Kabupaten Klaten terdapat dua wilayah kecamatan yang menghadapi masalah

tentang air terutama pada musim kemarau, yaitu Kecamatan Kemalang dan Karangnongko. Kecamatan Kemalang dan Karangnongko sebagian besar wilayahnya terliput oleh sebuah sistem aliran, yaitu DAS Wedi. Karakteristik fisik lahan pada DAS Wedi cukup bervariasi, dengan luas wilayah sekitar 10.928,56 Ha atau 109,2856 km<sup>2</sup>. Batuan, jenis tanah, kemiringan lereng, vegetasi dan sistem pengelolaan lahan yang bervariasi di daerah penelitian dimungkinkan berpengaruh terhadap perbedaan kemampuan peresapan air.

Karakteristik fisik lahan dapat disadap melalui teknologi penginderaan jauh. Di dalam penyadapan data spasial karakteristik fisik lahan muka bumi, dewasa ini teknik penginderaan jauh telah berkembang pesat dan telah banyak digunakan dalam berbagai bidang. Teknologi penyadapan data karakteristik fisik lahan di permukaan bumi yang cepat dengan menggunakan teknik penginderaan jauh (dalam hal ini foto udara) akan menghasilkan output informasi secara cepat dan akurat jika ditunjang dengan teknik pengolahan data yang memadai. Dewasa ini teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang kajian kebumihutan, dalam rangka optimalisasi analisis dan penyajian data spasial.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode survei. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik interpretasi foto udara disertai uji/kerja lapangan, kecuali untuk data sekunder. Analisis data dilakukan dengan bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode sampling yang diterapkan adalah *stratified sampling* (untuk kemiringan lereng dan kerapatan vegetasi); dan *purposif sampling* (untuk batuan, tekstur tanah, dan konservasi/pengelolaan lahan).

Data primer diperoleh dari interpretasi foto udara dan kerja lapangan, sedang data sekunder diperoleh dari instansi penyedia data. Data primer meliputi : tekstur tanah, kemiringan lereng, kerapatan vegetasi, praktek pengelolaan lahan (konservasi); sedangkan data sekunder meliputi: jenis batuan serta data rerata curah hujan tahunan selama 10 tahun. Dalam penelitian ini, data-data tersebut sekaligus menjadi variabel penelitian. Klasifikasi masing-masing variabel berikut pengharktannya dapat dilihat pada tabel-tabel berikut.

Tabel 1. Klasifikasi hubungan kemiringan lereng dengan infiltrasi

Klas	Kemiringan Lereng (%)	Nilai Faktor Infiltrasi	
		Infiltrasi (fc)	Harkat
I	0 - 8	>0,80	5
II	8 - 15	0,70 - 0,80	4
III	15 - 25	0,50 - 0,70	3
IV	25 - 40	0,20 - 0,50	2
V	> 40	< 0,20	1

Sumber : Chow, 1964 dalam Dirjen Reboisasi dan Rehabilitas Lahan, 1998

Tabel 2. Klasifikasi hubungan jenis batuan dengan infiltrasi

Sifat	Jenis batuan	Laju Infiltrasi (m/hari)	Klasifikasi	Harkat
Terkonsolidasi	Andesit/aliran lava Breksi vulkanik	$10^{-7} - 10^{-3}$ $10^{-4} - 1$	Sangat lambat - Lambat	1 2
	Batu pasir Batu gamping	$10^{-2} - 10^2$ $10^{-2} - 10$	Sedang	3
Tidak terkonsolidasi	Endapan piroklastik Endapan lahar Endapan koluvium Endapan alluvium	$10 - 10^6$	Cepat	4

Sumber : Gregory Wall, 1973 dengan modifikasi Dulbahri, 1992

Tabel 3. Klasifikasi hubungan tekstur tanah dengan kecepatan infiltrasi relatif.

Tekstur Tanah	Kecepatan Infiltrasi	Harkat
Pasir, pasir geluhan	Cepat – Sangat cepat	4
Geluh lempung pasiran, geluh pasiran Geluh pasiran	Sedang	3
Geluh lempungan, geluh lempung debu Lempung pasiran, lempung geluhan	Lambat	2
Lempung berat, lempung ringan, lempung, lempung debu	Sangat lambat	1

Sumber : Dulbahri, 1992

Tabel 4. Klasifikasi hubungan curah hujan dengan besar infiltrasi

Klas	Curah Hujan Rerata Tahunan (mm)	Potensi Infiltrasi	Harkat
I	< 2500	Kecil	1
II	2500 - 3500	Sedang	2
III	3500 - 4500	Agak besar	3
IV	4500 - 5500	Besar	4
V	>5500	Sangat besar	5

Sumber : Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1998

Tabel 5. Klasifikasi hubungan kerapatan vegetasi dengan infiltrasi

Kerapatan Vegetasi	Potensi Infiltrasi	Harkat
Kira-kira 90 % tertutup baik oleh kayu-kayuan atau sejenisnya	Besar	4
Kira-kira 50 % tertutup baik oleh pepohonan dan rumputan	Sedang	3
Tanaman penutup sedikit, tidak ada tanaman pertanian dan penutup alam sedikit	Kecil	2
Tidak ada penutup efektif atau sejenis	Sangat Kecil	1

Sumber : Totok Gunawan (1997) dengan modifikasi

Tabel 6. Klasifikasi hubungan pengelolaan lahan dengan infiltrasi

Jenis Konservasi Lahan	Tingkat Infiltrasi	Harkat
Tidak ada konservasi atau tidak efektif	Sangat rendah	1
Guludan, guludan bersaluran, teras saluran, teras bangku kondisi buruk	Rendah	2
Teras bangku kondisi cukup	Sedang	3
Teras bangku kondisi baik	Tinggi	4

Sumber : Arsyad, 1989 dengan modifikasi

#### Klasifikasi Kemampuan Infiltrasi

Kemampuan infiltrasi dalam penelitian ini diperoleh dari penggabungan harkat antara variabel jenis batuan, kemiringan lereng, tekstur tanah, curah hujan, kerapatan vegetasi dan pengelolaan lahan. Hasil penggabungan harkat keenam variabel tersebut akan diperoleh nilai harkat total terendah 6 dan tertinggi 26. Kemampuan infiltrasi dibagi ke dalam lima kelas, masing-masing adalah sangat kecil, kecil, sedang, besar dan sangat besar. Klasifikasi kemampuan infiltrasi dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi Kemampuan Infiltrasi

Harkat Total	Notasi	Kelas Kemampuan Infiltrasi
6 – 9	e	Sangat kecil
10 – 13	d	Kecil
14 – 17	c	Sedang
18 – 21	b	Besar
22 – 26	a	Sangat besar

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

DAS Wedi meliputi luas areal sekitar 109,286 km<sup>2</sup>, mencakup 11 wilayah kecamatan (satu masuk wilayah Kabupaten Boyolali dan sepuluh masuk Kabupaten Klaten). Hulu sungai DAS Wedi berada pada unit geomorfologi lereng atas sisi tenggara Gunungapi Merapi dan bermuara di Sungai Dengkeng. Satuan

geomorfologi DAS Wedi berasal dari dua bentukan asal, yaitu Vulkanik (Gunungapi Merapi) dan sebagian Struktural (Perbukitan Bayat). Di wilayah bagian selatan terdapat sebuah rawa, yaitu Rowo Jombor. Hasil pemetaan faktor atau variabel penentu kondisi peresapan air dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 8 hingga 14.

Tabel 8. Luas hamparan jenis batuan di daerah penelitian

No	Jenis Batuan	Luasan (km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
1	Breksi vulkanik, lava, tuff	104,732	95,83
2	Batu gamping, napal	2,591	2,37
3	Konglomerat, batu pasir	0,481	0,44
4	Sekis, malihan	1,482	1,36
		109,286	100,00

Sumber : Peta Geologi Daerah Penelitian dan Analisis SIG

Tabel 9. Tekstur tanah daerah penelitian berikut luas hamparan

Tekstur Tanah	Keterangan	Luasan (km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
geluh lempungan, lempung pasiran	Lambat	5,831	5,33
geluh lempung pasiran, geluh pasiran	Sedang	82,015	75,05
pasir, pasir geluhan	Cepat	21,440	19,62
Total		109,286	100,00

Sumber : Peta Tekstur Tanah Daerah Penelitian dan Analisis SIG

Tabel 10. Kemiringan lereng daerah penelitian berikut luas hamparan

Kemiringan Lereng (%)	Luasan (km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
0 - 8	46,376	42,44
8 - 15	15,655	14,33
15 - 25	29,831	27,29
25 - 40	13,795	12,62
> 40	3,629	3,32
Total	109,286	100,00

Sumber : Peta Kemiringan Lereng dan Analisis SIG

Tabel 11. Penggunaan lahan daerah penelitian berikut luas hamparan

Penggunaan Lahan	Luas Hamparan (Km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
Belukar	0,252	0,23
Hutan	4,530	4,15
Kebun campur	20,277	18,56
Lahan kosong	0,091	0,08
Permukiman	37,431	34,25
Rawa	1,589	1,46
Sawah irigasi	26,520	24,02
Tegalan	18,851	17,25
Total Luas	109,286	100,00

Sumber : Peta Penggunaan Lahan dan Analisis SIG

Tabel 12. Konservasi lahan daerah penelitian berikut luas hampan

Konservasi Lahan	Luasan (km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
Tidak ada	1,815	1,65
Buruk	41,753	38,21
Cukup	22,355	20,46
Baik	43,363	39,68
Total luas	109,286	100,00

Sumber : Peta Kondisi Konservasi Lahan dan Analisis SIG

Tabel 13. Kerapatan vegetasi di daerah penelitian berikut luas hampan

Kerapatan Vegetasi	Luasan (km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
Tanpa vegetasi penutup	1,680	1,54
Vegetasi penutup sedikit	37,433	34,25
Vegetasi penutup 50 %	45,525	41,66
Vegetasi penutup 90 %	24,648	22,55
Total luas	109,286	100,00

Sumber : Peta Kerapatan Vegetasi dan Analisis SIG

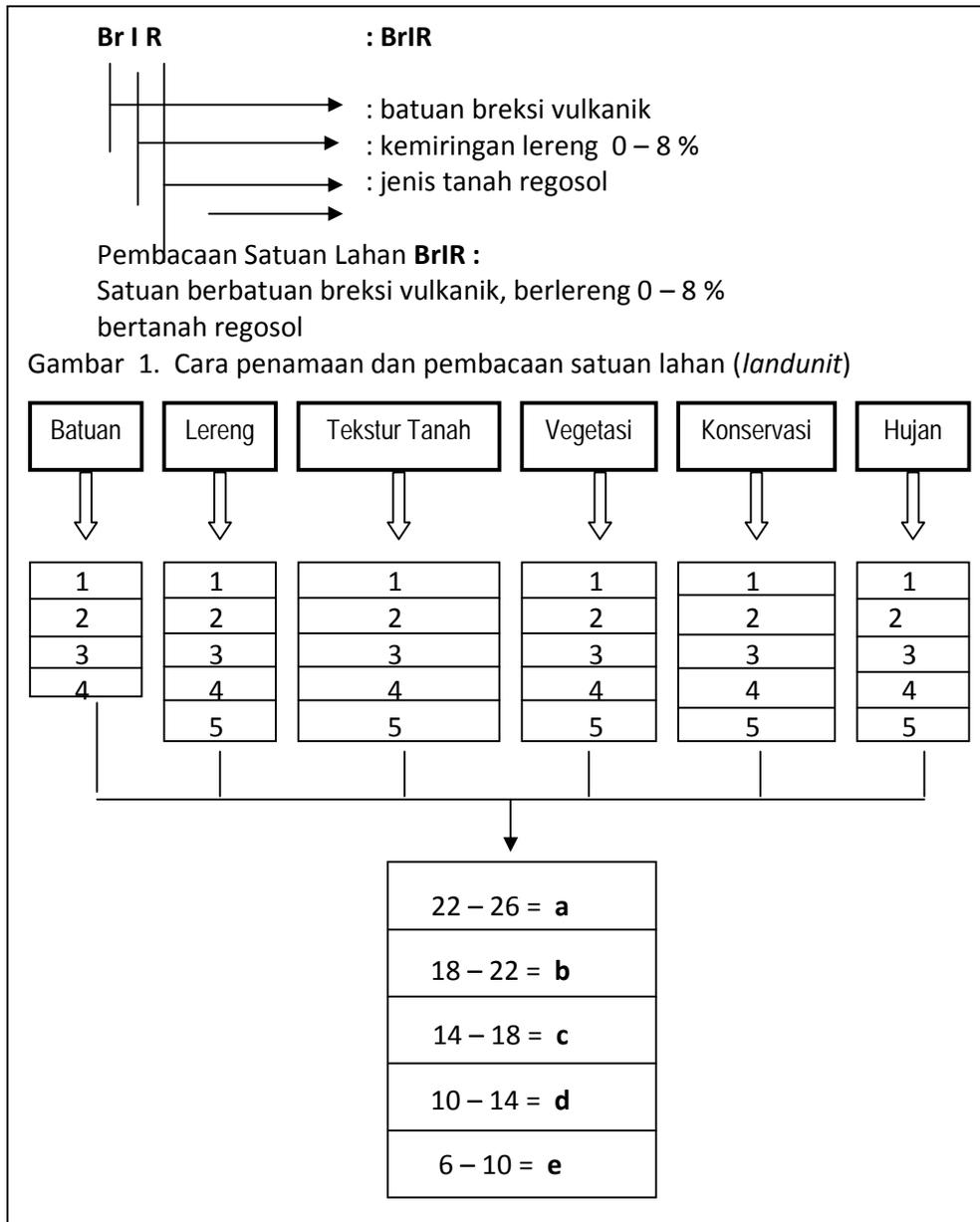
Tabel 14. Luas hampan wilayah curah hujan daerah penelitian

No	Curah Hujan Rerata Tahunan (mm)	Luas Hampan (Km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
1	< 2.500	80,613	73,76
2	2.500 – 3.500	21,751	19,90
3	3.500 – 4.500	6,922	6,34
		109,286	100,00

Sumber : Peta Isohiet Daerah Penelitian dan Analisis SIG

#### Penyusunan Peta Satuan Lahan

Satuan lahan dalam penelitian ini disusun berdasarkan hasil tumpang-susun peta-peta pokok yang meliputi peta : batuan, kemiringan lereng, dan jenis tanah. Hasil tumpang-susun dengan proses SIG menghasilkan 67 zona satuan lahan. Berikut ini adalah contoh penamaan satuan lahan dengan notasi yang mencerminkan komponen atau elemen penyusunnya (lihat Gambar 1). Adapun model analisis spasial kemampuan infiltrasinya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Analisis Kemampuan Infiltrasi Daerah Penelitian

### Kemampuan Infiltrasi Daerah Penelitian

#### 1. Agihan Kemampuan Infiltrasi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil tumpang susun peta berikut pengolahan data atributnya, maka tingkat kemampuan infiltrasi daerah penelitian terbagi menjadi 3 (tiga) kelas kemampuan infiltrasi dengan luas hamparan sebagaimana tersaji pada Tabel 15; sedangkan agihan spasialnya tersaji pada Gambar 3.

Tabel 15. Kemampuan Infiltrasi Daerah Penelitian

No	Harkat Total	Notasi	Kelas Kemampuan Infiltrasi	Landunit Terluput	Luas (Km <sup>2</sup> )	Persentase (%)
1	10 – 13	d	Kecil	16	9,231	8,45
2	14 – 17	c	Sedang	49	68,454	62,64
3	18 – 21	b	Besar	14	30,012	27,46
4	-	-	-		1,589	1,45
Total luas					109,286	100,00

Sumber : Hasil analisis SIG

Analisis dengan SIG menghasilkan 3 (tiga) kelas kemampuan infiltrasi di daerah penelitian, yaitu : b (besar), c (sedang) dan d (kecil).

a. Kemampuan Infiltrasi Kecil

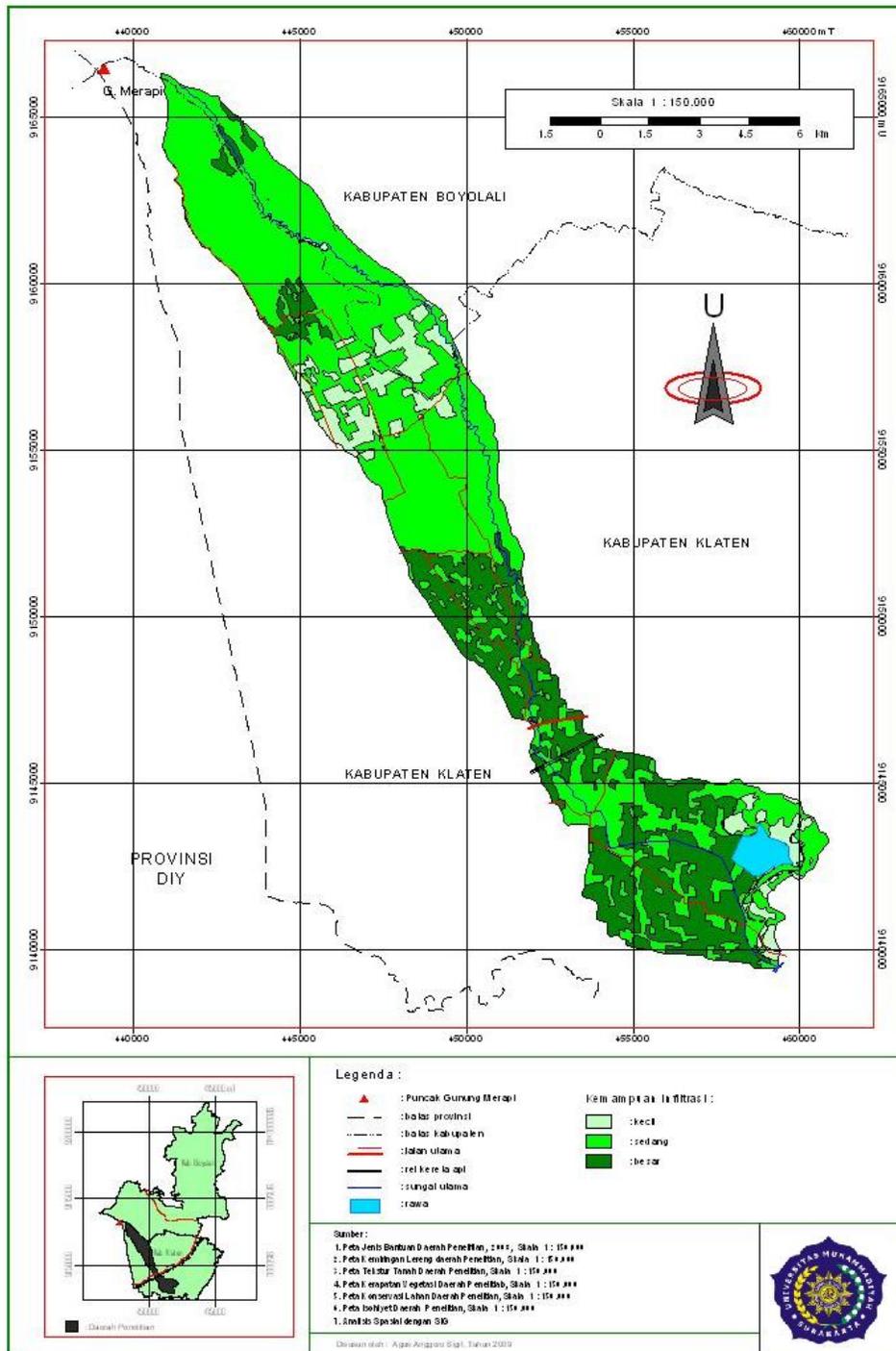
Total luas satuan lahan daerah penelitian yang memiliki kemampuan infiltrasi kecil adalah 9,231 km<sup>2</sup> (8,45 %). Satuan lahan yang menempati wilayah paling luas dalam kelas kemampuan infiltrasi kecil adalah BrIIIR (satuan berbatuan breksi vulkanik, lava dan tuf berkemiringan lereng 15 – 25 %, berjenis tanah Regosol Kelabu). Agihan spasial satuan-satuan lahan berkemampuan infiltrasi kecil dapat dilihat pada Gambar 3.

b. Kemampuan Infiltrasi Sedang

Sebagian besar wilayah di daerah penelitian memiliki kemampuan infiltrasi sedang, yaitu sebesar 68,454 km<sup>2</sup> (62,64 %). Satuan-satuan lahan yang berkemampuan infiltrasi sedang tersebar mulai dari wilayah bagian tengah hingga hulu DAS Wedi pada kemiringan lereng di atas 8 %. Sebagian lainnya tersebar secara sporadis di bagian tengah hingga hilir daerah aliran sungai tersebut (lihat Gambar 3). Pada umumnya satuan lahan yang memiliki kemampuan infiltrasi kelompok ini keadaan konservasi lahannya buruk.

c. Kemampuan Infiltrasi Besar

Agihan wilayah dengan kemampuan infiltrasi besar pada umumnya berada pada daerah dengan kemiringan lereng antara 0 – 8 % yang menempati sekitar 27,46 % luas daerah penelitian atau sekitar 30,012 km<sup>2</sup>. Zona kemampuan infiltrasi "besar" terluas ditempati oleh satuan lahan BrIRswi (satuan berbatuan breksi vulkanik, lava dan tuf, memiliki kemiringan lereng 0 – 8 %, berjenis tanah Regosol Kelabu dengan penggunaan lahan sawah irigasi). Satuan lahan yang masuk kelompok ini tersebar di wilayah bertopografi landai hingga datar di daerah penelitian. Untuk melihat agihan satuan-satuan lahan pada kelompok ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Kemampuan Infiltrasi Daerah Penelitian

## 2. Analisis Keruangan Kemampuan Infiltrasi di Daerah Penelitian

### a. Kemampuan Infiltrasi Kecil

Satuan-satuan lahan dalam kelas kemampuan ini umumnya berlereng antara 15 – 25 % pada jenis tanah Regosol dan Komplek Litosol Mediteran.

Berdasarkan elemen penyusun satuan lahannya terlihat faktor batuan dan lereng cukup berperan atas kecilnya kemampuan infiltrasi daerah ini. Jenis batuan breksi vulkanik, lava dan tuf memiliki laju infiltrasi sangat lambat hingga lambat; kemiringan lereng 15 – 25 % menjadikan wilayah ini sebagai media transportasi air, sehingga air tidak banyak terinfiltrasi ke dalam tanah. Adapun faktor lain yang dimungkinkan berperan dalam hal ini adalah faktor kerapatan vegetasi dan konservasi lahan. Berdasarkan analisis spasial dengan SIG sangat jelas terlihat, bahwa sebagian besar satuan-satuan lahan dengan kemampuan infiltrasi kecil berada pada zona dengan vegetasi penutup sedikit dan buruk keadaan konservasi lahannya. Adapun faktor hujan dapat dikatakan hampir tidak berpengaruh karena hampir 98 % satuan-satuan lahan dalam kelompok ini masih berada pada satu zona curah hujan yang sama, yaitu < 2500 mm per tahun.

b. Kemampuan Infiltrasi Sedang

Persebaran wilayah dengan kemampuan infiltrasi "sedang" adalah daerah dengan kemiringan lereng di atas 8 %, sebagian besar tersebar di wilayah bagian tengah hingga bagian atas. Berdasarkan elemen satuan lahannya, agak sulit untuk mengatakan faktor manakah yang berperan kuat atas kelas kemampuan infiltrasi di sini, karena satuan-satuan lahan pada kelompok ini tersebar merata pada seluruh jenis batuan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan zona curah hujan. Faktor kerapatan vegetasi tidak cukup berperan karena dijumpai banyak satuan lahan yang berada pada wilayah-wilayah dengan kerapatan vegetasi di atas 50 %. Satu-satunya faktor yang dimungkinkan paling kuat perannya adalah keadaan konservasi lahan. Berdasarkan analisis spasial dengan SIG jelas terlihat bahwa kelas kemampuan infiltrasi "sedang" mendominasi satuan-satuan lahan dengan kondisi konservasi lahan "tanpa konservasi" pada wilayah berlereng < 8 % dan kondisi konservasi lahan "buruk" pada wilayah berlereng > 8 %.

c. Kemampuan Infiltrasi Besar

Faktor elemen satuan lahan yang dimungkinkan cukup berperan atas kelas kemampuan infiltrasi "besar" wilayah ini adalah lereng dengan indikasi sebagian besar satuan lahan yang masuk kelas ini berlereng di bawah 8 %. Adapun kemampuan infiltrasi besar di daerah berkemiringan lereng 15 – 40 % dijumpai pada satuan lahan dengan penggunaan lahan kebun campur dan hutan. Hal ini dimungkinkan terjadi karena pengaruh kerapatan vegetasi pada kedua penggunaan lahan tersebut yang relatif rapat. Hasil analisis spasial dengan SIG mengindikasikan faktor-faktor lain yang dimungkinkan berpengaruh adalah konservasi lahan pada umumnya dalam kondisi "baik" dengan kerapatan vegetasi rata-rata sekitar 50 %.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

1. Sebagian besar daerah penelitian memiliki kemampuan infiltrasi besar yang menempati wilayah sebesar 62,64 %, tersebar di bagian tengah

hingga hilir yang sebagian besar bertopografi landai hingga datar.

2. Wilayah yang dimungkinkan rentan bencana kekeringan hidrologis di daerah penelitian bersesuaian dengan daerah yang sering mengalami kekeringan saat musim kemarau, yaitu wilayah Kecamatan Kemalang (Klaten) dan Kecamatan Musuk (Boyolali).

#### **Saran**

Beberapa saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Perlu adanya upaya perbaikan perlakuan konservasi lahan seperti terasering dan penghijauan terutama di daerah berkemampuan infiltrasi kecil dalam mengurangi kemungkinan terjadinya resiko kekeringan hidrologis
2. Zona-zona atau satuan-satuan lahan di daerah penelitian yang memiliki kemampuan infiltrasi sedang dan rendah dapat ditingkatkan dan diperbaiki kemampuan infiltrasinya melalui upaya peningkatan kerapatan vegetasi dan perbaikan konservasi lahan dengan tetap memperhatikan batas-batas kemungkinan tindakan itu dilakukan.

#### **REFERENSI**

- Anonim, 1998. Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai. Direktur Jendral Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Jakarta. Departemen Kehutanan.
- Asdak, C., 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Chow, V.T., 1984. *Hand Book of Applied Hydrology*. New York : McGraw-Hill. International Book Company.
- Dulbahri, 1992. Kemampuan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Kajian Agihan dan Pemetaan Airtanah di Daerah Aliran Sungai Progo. Disertasi Program Doktor Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Garg, S.K., 1979. *Water Resources and Hydrology*. New Delhi : Khana Publisher,.
- Gunawan, T., 1991. Penerapan Teknik Penginderaan Jauh untuk Menduga Debit Puncak Menggunakan Karakteristik Lingkungan Fisik DAS, Studi Kasus di DAS Bengawan Solo Hulu Jawa Tengah. Disertasi : Fakultas Pascasarjaa IPB.
- Santoso, S.J., 2003. Penerapan Teknik Penginderaan Jauh untuk Pendugaan Kapasitas Infiltrasi Tanah di DAS Serang Hulu Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta.