

KAJIAN FOTO UDARA DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PEMETAAN KONDISI PERESAPAN AIR SUB DAS WEDI KABUPATEN KLATEN, JAWA TENGAH

Agus Anggoro Sigit

agussigit@ymail.com

Fakultas Geografi Universitas Muhamdiayah Surakarta, Indonesia

Dulbahri dan Suyono

Fakultas Geografi, Universitas Gdjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

ABSTRACT

The study was conducted in Klaten Regency at Wedi Sub Watershed, part of Dengkeng Watershed. The study aimed to: 1) study the interpretation accuracy of black and white Panchromatic Aerial Photograph scaling 1: 50.000 in identifying the soil factor, slope, landuse, vegetation density, and land conversation, related to the influences toward water infiltration condition in the research area; 2) make the zonation of infiltration capability and water infiltration condition based on land factors the result of aerial photograph interpretation; and 3) study the spatial distribution pattern of water infiltration condition in the research area and analyze to the distribution according to spatial. The research method used aerial photograph interpretation with supported by limited survey for field test, by sampling method was stratified sampling. The method of analysis applied spatial analysis by using Geographical Information System (GIS). The result of the study showed that: 1) the level of aerial photograph accuracy for interpreting determinate factors of water infiltration in the research area is acceptable each with the accuracy level of: slope 89.47%; soil texture 82.14%; land use 90.16%; vegetation density 88.89%; and land conservation 80.88%. It mean that although the accuracy level achieved had not been included in very good category, the aerial photograph still can be used in this study; 2) the condition of water infiltration in the research area tended to be relative still good, indicated by the of the land unit in status of 'critical' in the width no more than 25% (30.496 km²). The land unit in status of 'begin to be rather critical' in the width of 55.692 km² or 50.97 %; while the remaining 3.154 km² or 20.62% was in the status of 'natural normal' and 22.544 km² or 20.62% had 'good' status; 3) In the research area, the space of land units with the condition of good infiltration had no spatial relevance to the space of land units and the great infiltration capability.

Keywords: *Aerial Photograph, Geographical Information System, Infiltration Capability, Water Infiltration Condition.*

PENDAHULUAN

Kondisi peresapan air adalah kemampuan suatu lahan untuk meresapkan air hujan yang berguna sebagai sumber air (Syahbani, 2003). Di wilayah Kabupaten Klaten, permasalahan mengenai kondisi peresapan air diindikasikan oleh persoalan kesulitan memperoleh air bersih terutama pada musim kemarau, adapun pada musim penghujan debit aliran Sungai Wedi bagian hilir seringkali melebihi kapasitas salurannya. 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 Sub DAS Wedi. Karakteristik fisik lahan pada Sub DAS Wedi cukup bervariasi, dengan luas wilayah sekitar 10.928,56 Ha atau 109,2856 km². Variasi karakteristik fisik lahan tersebut dimungkinkan berpengaruh terhadap perbedaan kondisi peresapan air. Karakteristik fisik lahan dapat disadap melalui teknologi penginderaan jauh.

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.

Permasalahan yang muncul dan menarik untuk dilakukan penelitian adalah (1) seberapa besar ketelitian foto udara pankromatik hitam putih, skala 1 : 50.000 untuk interpretasi faktor-faktor atau karakteristik fisik lahan (tanah, lereng, kerapatan vegetasi, pengelolaan lahan dan penggunaan lahan) yang berpengaruh terhadap peresapan air di daerah penelitian; (2) bagaimanakah sebaran kemampuan infiltrasi dan kondisi peresapan air di daerah penelitian; dan 3) bagaimanakah pola hubungan sebaran keruangan antara kondisi peresapan air dengan kemampuan infiltrasi yang ada di daerah penelitian?

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode interpretasi foto udara dan survei. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik interpretasi foto udara disertai uji/kerja lapangan, kecuali untuk data sekunder. Analisis data dilakukan dengan Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode sampling yang diterapkan adalah *stratified sampling*. Data primer (tekstur tanah, kemiringan lereng, penggunaan lahan, kerapatan vegetasi, konservasi lahan diperoleh dari interpretasi foto udara dan kerja lapangan, sedang data sekunder (jenis batuan serta data curah hujan bulanan dan curah hujan tahunan selama 10 tahun) diperoleh dari instansi penyedia data. Uji ketelitian ketelitian dilakukan dengan cara membandingkan hasil interpretasi dengan keadaan sebenarnya di lapangan. Uji ketelitian hasil interpretasi mengacu pada model yang disusun oleh Short, et.al (dalam Sutanto, 1992) , yaitu dengan formulasi sebagai berikut :

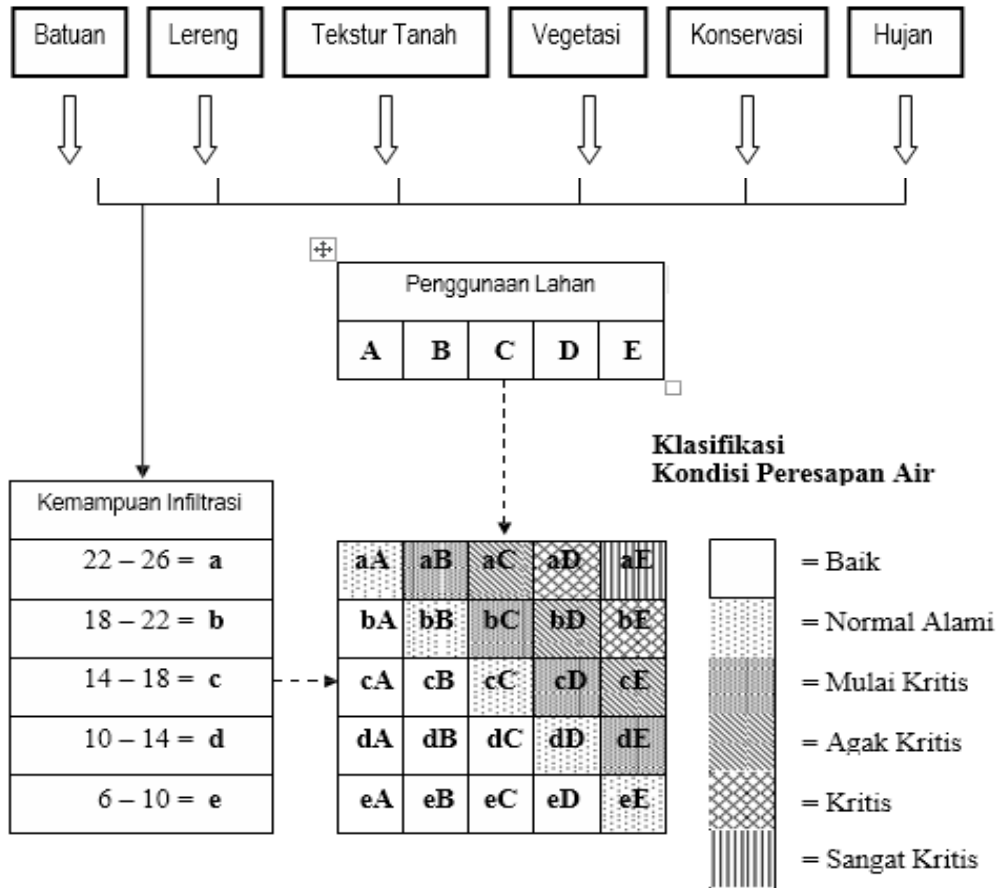
B (interpretasi yang benar)

$$K = \frac{B \text{ (interpretasi yang benar)}}{S \text{ (jumlah sampel pengamatan)}} \times 100 \%$$

Model analisis data yang digunakan untuk keperluan pendugaan kondisi peresapan air merujuk pada Model Pengkajian Daerah Resapan Direktorat Jendral Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, Tahun 1998 yang tertuang dalam Garis Besar Pendekatan Penyusunan Model Pengkajian Daerah Resapan (lihat Gambar 1).

Klasifikasi Kemampuan Infiltrasi dan Kondisi Peresapan Air

Kemampuan infiltrasi diperoleh dari penggabungan harkat antara variabel jenis batuan, kemiringan lereng, tekstur tanah, curah hujan, kerapatan vegetasi dan pengelolaan lahan. Hasil penggabungan harkat menghasilkan harkat total terendah 6 dan tertinggi 26. Kemampuan infiltrasi dibagi ke dalam lima kelas, yaitu sangat kecil, kecil, sedang, besar dan sangat besar (lihat Tabel 8)



Gambar 1. Model Analisis Kondisi Peresapan Air Daerah Penelitian

Tabel 8. 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

Dari semua data yang dipergunakan sebagai variabel dalam penelitian ini, ada satu data yang diperoleh melalui pengukuran dan perhitungan, yaitu data kemiringan lereng. Pemetaan kemiringan lereng dalam penelitian ini dilakukan melalui interpretasi foto udara dengan metode atau pengukuran paralaks. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Formulasi Co tg dari Verstappen, yaitu :

$$\text{Co tg } \alpha = \frac{(\text{Pa}) \times (\text{d})}{(\Delta\text{Pab}) \times (\text{f})} + \frac{(\text{d})}{(\text{f})}$$

Keterangan : d = jarak titik A dan B pada foto (mm)
 f = jarak focus kamera (mm)
 Pa = paralak atas
 ΔPab = beda paralak

Kondisi peresapan air diperoleh dari sintesis kemampuan infiltrasi yang penggunaan lahan. Klasifikasi kriteria hasil sintesis tersebut adalah sebagai berikut.

1. Kondisi Baik, yaitu : jika nilai infiltrasi penggunaan lahan lebih besar dibanding nilai kemampuan infiltrasinya; misalnya (eA) dan (dB).
2. Kondisi Normal Alami, yaitu : jika nilai infiltrasi penggunaan lahan sama dengan nilai kemampuan infiltrasinya; misalnya (bB) dan (dD).
3. Kondisi Mulai Kritis, yaitu : jika nilai infiltrasi penggunaan lahan turun satu tingkat dari nilai kemampuan infiltrasinya; misalnya (aB) dan (cD)
4. Kondisi Agak Kritis, yaitu : jika nilai infiltrasi penggunaan lahan turun dua tingkat dari nilai kemampuan infiltrasinya; misalnya (aC) dan (bD).
5. Kondisi Kritis, yaitu : jika nilai infiltrasi penggunaan lahan turun tiga tingkat dari nilai kemampuan infiltrasinya; misalnya (aD) dan (bE).
6. Kondisi Sangat Kritis, yaitu : jika nilai infiltrasi penggunaan lahan berubah dari sangat besar menjadi sangat kecil dari nilai kemampuan infiltrasinya; (aE).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sub DAS Wedi meliputi luas areal sekitar 109,286 km², mencakup 11 wilayah kecamatan (satu masuk wilayah Kabupaten Boyolali dan sepuluh masuk Kabupaten Klaten). Hulu sungai Sub DAS Wedi berada pada unit geomorfologi lereng atas sisi tenggara Gunungapi Merapi dan bermuara di Sungai Dengkeng. Satuan geomorfologi Sub 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 9 hingga 15.

Tabel 9. Luas hamparan jenis batuan di daerah penelitian

Jenis Batuan	Luasan (km ²)	Persentase (%)
Breksi vulkanik, lava, tuff	104,732	95,83
Batu gamping, napal	2,591	2,37
Konglomerat, batu pasir	0,481	0,44
Sekis, malihan	1,482	1,36
	109,286	100,00

Sumber : Peta Geologi Daerah Penelitian dan Analisis SIG

Tabel 10. Tekstur tanah daerah penelitian berikut luas hamparan

Tekstur Tanah	Keterangan	Luasan (km ²)	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 11. Kemiringan lereng daerah penelitian berikut luas hamparan

Kemiringan Lereng (%)	Luasan (km ²)	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 12. Penggunaan lahan daerah penelitian berikut luas hamparan

Penggunaan Lahan	Luas Hamparan (Km ²)	Persentase (%)
Belukar	0,2520,23	
Hutan	4,5304,15	
Kebun campur	20,27718,56	
Lahan kosong	0,0910,08	
Permukiman	37,43134,25	
Rawa	1,5891,46	
Sawah irigasi	26,52024,02	
Tegalan	18,85117,25	
Total Luas	109,286100,00	

Sumber : Peta Penggunaan Lahan dan Analisis SIG

Tabel 13. Konservasi lahan daerah penelitian berikut luas hamparan

Konservasi Lahan	Luasan (km ²)	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 14. Kerapatan vegetasi di daerah penelitian berikut luas hamparan

Kerapatan Vegetasi	Luasan (km ²)	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 16. Luas hamparan wilayah curah hujan daerah penelitian

Curah Hujan Rerata Tahunan (mm)	Luas Hamparan (Km ²)	Persentase (%)
< 2.500	80,613	73,76
2.500 – 3.500	21,751	19,90
3.500 – 4.500	6,922	6,34
	109,286	100,00

Sumber : Peta Isohiyet Daerah Penelitian dan Analisis SIG

Tabel 17. Hasil uji ketelitian interpretasi

Formulasi Interpretasi	Jumlah Sampel (S)	Teruji Benar (B)	Ketelitian (%)
			(K) = (B / S) x 100 %
Tekstur tanah	28	23	82,14
Kemiringan lereng	57	51	89,47
Penggunaan lahan	122	110	90,16
Konservasi lahan	68	55	80,88
Kerapatan vegetasi	45	40	88,89

Sumber : Hasil uji lapangan

Interpretasi kemiringan lereng memiliki ketelitian 89,47 %. Kesalahan terbesar terjadi pada kemiringan lereng 15 – 25 %; dari 18 titik sampel 14 benar 4 salah. Beberapa kesalahan interpretasi ini dimungkinkan terjadi saat pengukuran paralaks.

Ketelitian interpretasi tekstur mencapai 82,14 % lebih kecil dari ketelitian kemiringan lereng. Dari 14 titik sampel yang diinterpretasi, setelah dilakukan cek/uji lapangan 11 benar dan 3 salah. Kesalahan dimungkinkan terjadi karena oleh kendala teknis yang memang tidak mudah melakukan interpretasi tekstur tanah.

Ketelitian interpretasi penggunaan lahan memiliki 90,16. Kesalahan interpretasi terbesar terjadi pada kebun campuran, permukiman dan tegalan. Kesalahan dimungkinkan terjadi akibat perubahan penggunaan lahan, mengingat foto udara yang digunakan adalah tahun 1993 dan 1994.

Ketelitian interpretasi kerapatan vegetasi pada 45 titik, diperoleh ketelitian sebesar 88,89 %. Kesalahan terbesar terjadi pada kerapatan 50 %. Kesalahan-kesalahan interpretasi dimungkinkan terjadi karena perbedaan waktu antara foto direkam dengan interpretasi dan pemetaan dilakukan, yang memungkinkan terjadinya perubahan kerapatan vegetasi oleh pengaruh alam maupun manusia.

Interpretasi faktor konservasi lahan dalam penelitian memiliki ketelitian sekitar 80,88 %. Uji lapangan dilakukan pada 68 titik sampel. Kesulitan yang dihadapi dalam interpretasi faktor ini adalah tidak jelasnya kenampakan konservasi lahan secara mekanik, yang diindikasikan adanya pematang-pematang teras. Kurang tingginya ketelitian interpretasi faktor konservasi dalam penelitian ini dimungkinkan terjadi karena kesulitan tersebut.

Penyusunan Peta Satuan Lahan

Satuan lahan dalam penelitian ini disusun berdasarkan hasil tumpang-susun peta-peta pokok sebagai perwujudan dari faktor penentu kondisi peresapan air dalam penelitian ini, yaitu peta : batuan, kemiringan lereng, jenis tanah dan penggunaan lahan. Hasil tumpang-susun dengan proses SIG menghasilkan 67 zona satuan lahan. Penamaan dan pembacaan satuan lahan disesuaikan dengan urutan elemen penyusun. Contoh **BrIRswi**, dibaca satuan berbatuan breksi vulkanik, berlereng 0 – 8 % bertanah regosol dengan penggunaan lahan sawah irigasi.

Kemampuan Infiltrasi

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 18, sedangkan agihan spasialnya tersaji pada Gambar 2.

Tabel 18. Kemampuan Infiltrasi Daerah Penelitian

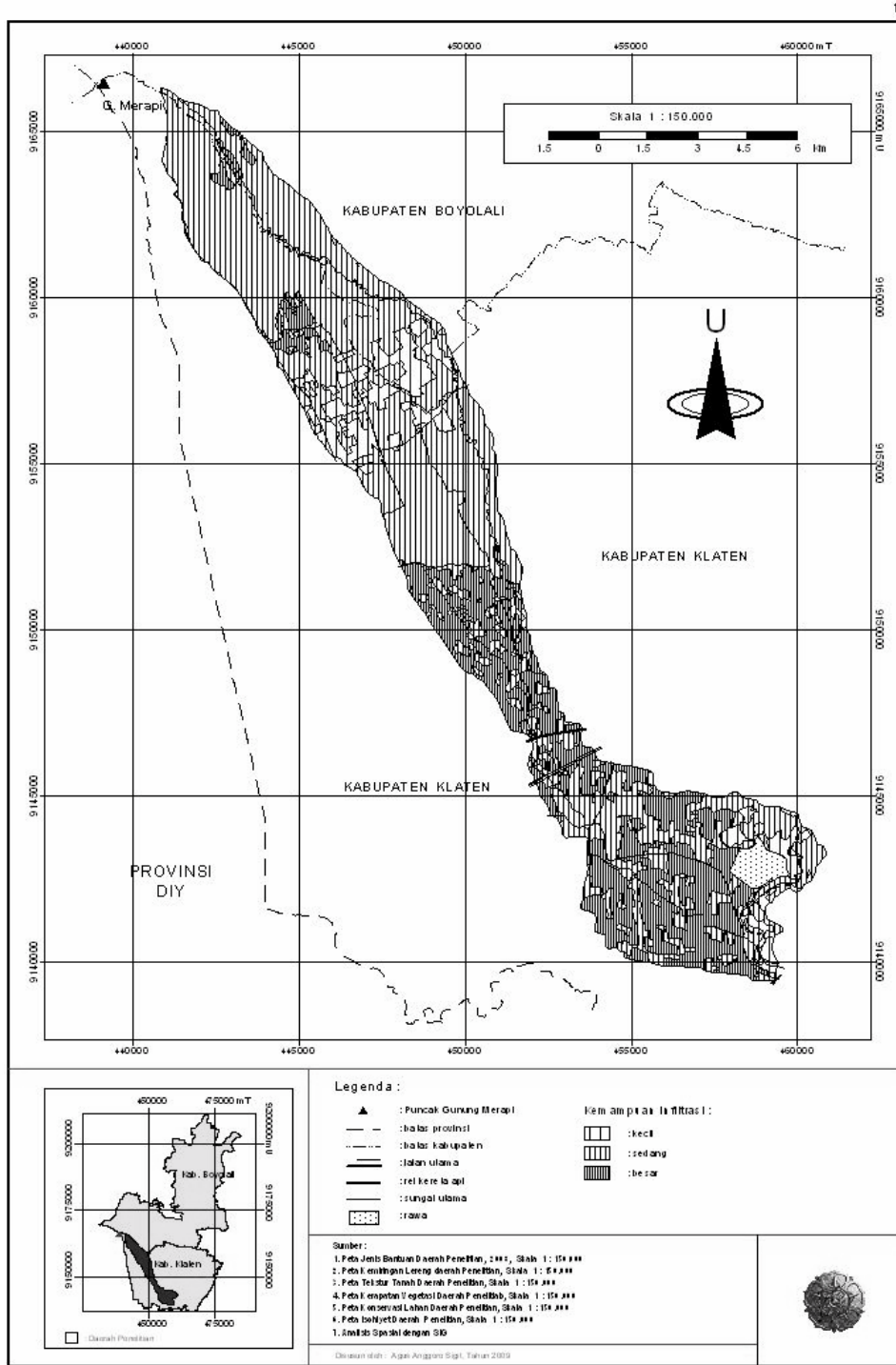
No	Harkat Total	Notasi	Kelas Kemampuan Infiltrasi	Landunit Terliput	Luas (Km ²)	Persentase (%)
1	6 – 9	e	Sangat Kecil	-	-	-
2	10 – 13	d	Kecil	16	9,231	8,45
3	14 – 17	c	Sedang	49	68,454	62,64
4	18 – 21	b	Besar	14	30,012	27,46
5	22 – 26	a	Sangat Besar	-	-	-
6	-	-	-	-	1,589	1,45
Total luas					109,286	100,00

Sumber : Hasil analisis SIG

Kondisi Peresapan Air

Kondisi peresapan air diperoleh dengan melakukan sintesis antara data kemampuan infiltrasi dengan data penggunaan lahan daerah penelitian. Berdasarkan klasifikasi yang digunakan dan hasil tumpang-susun peta, maka kondisi peresapan air di daerah penelitian berikut luas hamparannya dapat dilihat pada Tabel 19.

Data dalam Tabel 19 secara jelas menunjukkan, bahwa persebaran kondisi peresapan air hampir merata, jika ditinjau dari luas hamparnya, kecuali kondisi normal alami. Kondisi peresapan normal alami hanya mencapai 2,89 %, artinya sangat sedikit wilayah di daerah penelitian yang nilai infiltrasi penggunaan lahannya sesuai dengan kemampuan infiltrasinya.



Gambar 2. Peta Kemampuan Infiltrasi daerah Penelitian

Tabel 19. Kondisi peresapan air daerah penelitian

No	Kondisi Peresapan Air	Landunit Terliput	Luas Hamparan (Km ²)	Persentase (%)
1	Baik	14	22,544	20,62
2	Normal Alami	8	3,154	2,89
3	Mulai Kritis	27	25,196	23,06
4	Agak Kritis	24	30,496	27,91
5	Kritis	4	26,307	24,07
6	Sangat Kritis	-	-	-
	no calculate		1,589	1,45
	Total luas		109,286	100,00

Sumber : Hasil analisis SIG

Apabila diperhatikan secara seksama, maka akan terlihat bahwa ada kecenderungan kondisi peresapan air di daerah penelitian kurang baik. Kecenderungan kurang baik ini dapat dilihat dari persentase luas total hamparan wilayah beberapa satuan lahan yang berada pada kondisi mulai kritis hingga kritis, yang mencapai sekitar 75 % dari luas daerah penelitian. Persebaran kondisi peresapan air daerah penelitian secara spasial dapat dilihat pada Gambar 3.

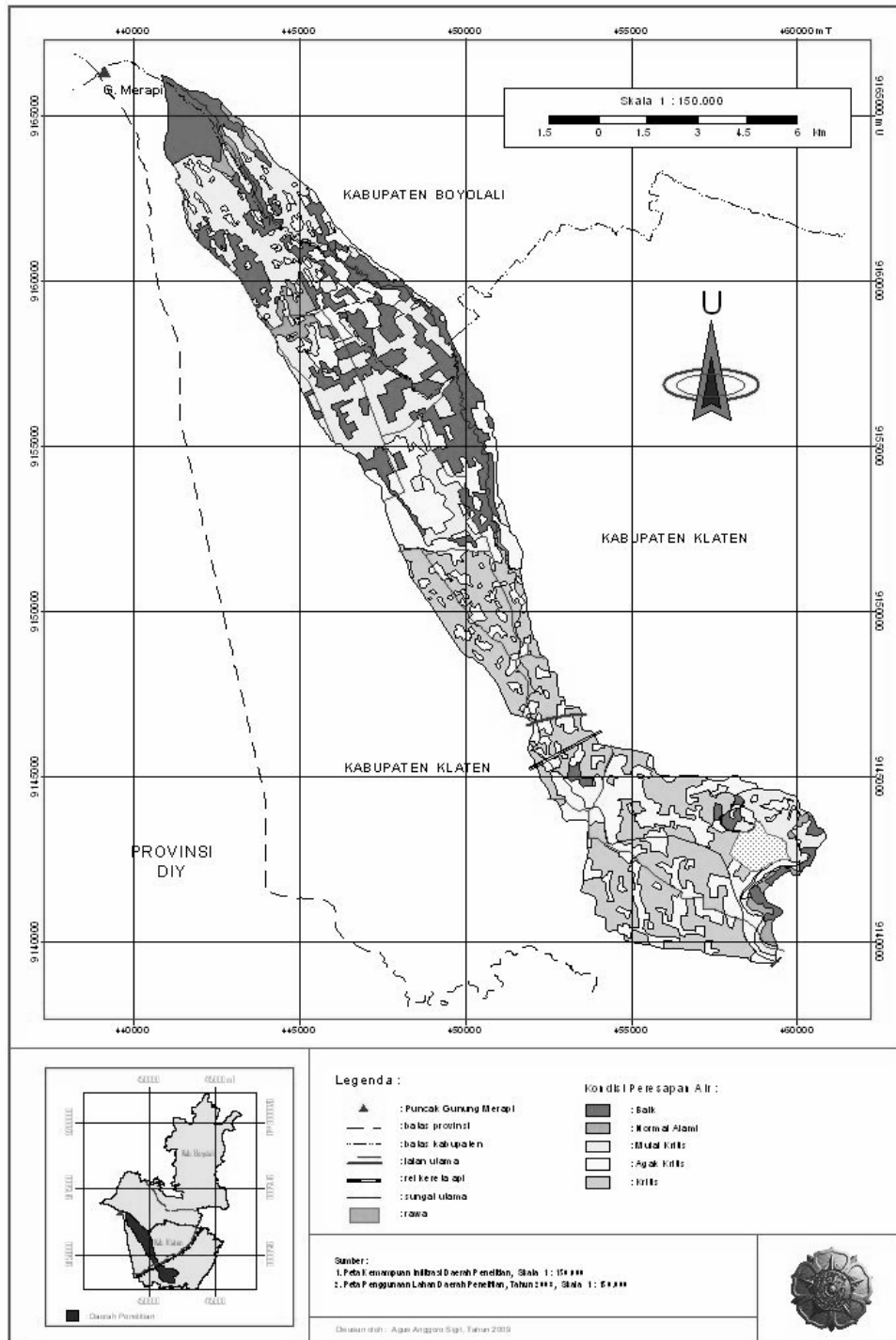
Analisis Kemampuan Infiltrasi dan Kondisi Peresapan Air Daerah Penelitian

Persebaran luas tiap kondisi peresapan air di daerah penelitian hampir merata. Namun apabila dicermati, terlihat bahwa hanya sebagian kecil saja wilayah di daerah penelitian yang memiliki kondisi peresapan air "Baik", yaitu hanya sebesar 22,544 km² atau hanya 20,62 % dari luas total daerah penelitian. Sebanyak 2,89 % wilayah dalam kondisi Normal Alami, artinya kemampuan infiltrasi sesuai dengan tipe penggunaan lahannya. Kondisi peresapan Mulai Kritis dan Agak Kritis mendominasi daerah penelitian dengan total luas 55,692 km² atau sekitar 50,97 %, sedangkan kondisi "Kritis" seluas 26,307 km² atau 24,07 %. Berdasarkan atas luasan masing-masing kondisi peresapan, terlihat bahwa terdapat hampir seperempat wilayah di daerah penelitian yang benar-benar kritis kondisi peresapan airnya. Walaupun belum dapat dikatakan buruk kondisi peresapan airnya, namun luas wilayah "Kritis" dapat bertambah apabila wilayah "Agak Kritis" mengalami penurunan kemampuan infiltrasi.

Berdasarkan sebaran spasialnya, wilayah dengan kondisi peresapan "Kritis" menempati satuan lahan dengan penggunaan lahan sawah irigasi. Sawah irigasi yang sebagian besar berada pada daerah dengan topografi cenderung datar dengan konservasi relatif baik, namun "Kritis" kondisi peresapan airnya. Hal ini terjadi dimungkinkan oleh pengaruh keberadaan "pet" pada lahan persawahan (lahan basah) yang cukup efektif menghambat meresapnya air ke dalam tanah, hal inilah yang dimungkinkan menjadi salah satu pertimbangan mengapa lahan sawah masuk kelas paling rendah dalam klasifikasi penggunaan lahan terkait dengan peresapan air.

Apabila ditinjau kembali Peta Kemampuan Infiltrasi dan Peta Kondisi Peresapan Air Daerah Penelitian terlihat jelas bahwa sebaran spasial kemampuan infiltrasi tidak bersesuaian secara mutlak dengan sebaran spasial kondisi peresapan air. Satuan-satuan lahan yang memiliki kemampuan infiltrasi "besar" sebagian besar tersebar

pada wilayah berlereng < 8 %, sebaliknya justru pada wilayah ini kondisi peresapan airnya dalam kondisi kritis. Berdasarkan kenyataan ini, maka dapat dikatakan, bahwa kemampuan infiltrasi yang besar tidak selalu baik kondisi peresapan airnya.



Gambar 3. Peta kondisi Peresapan Air Daerah Penelitian.

KESIMPULAN

Beberapa simpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian ini adalah :

1. Pemanfaatan foto udara pankromatik hitam putih skala 1 : 50.000 untuk interpretasi faktor-faktor kemampuan infiltrasi dan kondisi peresapan air di daerah penelitian dapat diterima, dengan tingkat ketelitian di atas 80 %; walaupun tingkat ketelitian ini tidak dapat dikatakan sangat baik. Beberapa kesalahan interpretasi faktor penggunaan lahan, kerapatan vegetasi dan pengelolaan lahan dimungkinkan lebih disebabkan oleh penggunaan foto udara dengan karakteristik waktu perekaman dan skala yang bersangkutan, sedangkan faktor tekstur tanah dan lereng lebih disebabkan oleh teknis dan ketajaman interpretasi.
2. Kecilnya persentase luas wilayah dengan kemampuan infiltrasi kecil menunjukkan, bahwa sebenarnya daerah penelitian memiliki potensi yang relatif baik dalam meresapkan air. Hal ini relevan dengan kondisi peresapan air kritis di daerah penelitian yang hanya menempati sekitar seperempat luas wilayah.
3. Di daerah penelitian, secara spasial sebaran kemampuan infiltrasi tidak selalu bersesuaian dengan kondisi peresapan airnya. Satuan lahan dengan penggunaan lahan sawah yang sebagian besar memiliki kemampuan infiltrasi "besar" bukanlah wilayah yang "baik" kondisi peresapan airnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1998. *Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai*. Direktur Jendral Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Jakarta. Departemen Kehutanan.
- Chow, V.T., 1984. *Hand Book of Applied Hydrology*. McGraw-Hill. International Book Company : New York.
- Dulbahri, 1992. *Kemampuan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Kajian Agihan dan Pemetaan Airtanah di Daerah Aliran Sungai Progo*. Disertasi Program Doktor. Fakultas Geografi UGM : Yogyakarta.
- Prahasta, Eddy, 2002. *Sistem Informasi Geografis : Tutorial ArcView*. Informatika.: Bandung.
- Sutanto, 1992. *Penginderaan Jauh Jilid I*. Andi Offset : Yogyakarta
- Syahbani, T., 2003. *Penggunaan Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi untuk Penilaian Kondisi Peresapan Air Sub DAS Garang Semarang*. Skripsi Sarjana S1. Fakultas Geografi UGM : Yogyakarta.
- Verstappen H. TH., 1971. *Remote Sensing in Geomorphology*. Elsevier Scientific Publishing Company : Amsterdam.