

**EKSTRAKSI INFORMASI GEOLOGI UNTUK
PENILAIAN BAHAYA GEMPABUMI (*EARTHQUAKE HAZARD ASSESSMENT*)
MENGUNAKAN CITRA ASTER
DI KECAMATAN PLERET KABUPATEN BANTUL**

Aditya Saputra

saputra_holix@yahoo.com

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Pleret yang terletak di wilayah administratif Kabupaten Bantul. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran geologi di Kecamatan Pleret yang lebih detil dalam rangka penilaian bahaya gempabumi (*earthquake hazard assessment*).

Metode penelitian yang digunakan merupakan integrasi pemrosesan citra ASTER dan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dipadukan dengan pengukuran lapangan. Pemrosesan citra ASTER dilakukan untuk menurunkan citra baru yang lebih mudah diinterpretasi. Komposit citra ASTER yang digunakan untuk interpretasi secara visual adalah ASTER RGB 3,4, PCA 56789 yang mampu menonjolkan aspek litologi. Penilaian tingkat kerawanan didasarkan pada nilai indeks seismik setiap satuan litologi dan distribusi kerusakan bangunan yang terjadi akibat gempabumi 2006 silam.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa Formasi Semilir dan Formasi Nglanggran yang merupakan batuan kompak yang berasal dari gunungapi purba memiliki indeks seismik yang rendah yaitu tidak lebih dari 1. Sedangkan endapan merapi muda yang merupakan material rombakan dari gunungapi merapi memiliki nilai yang tinggi yaitu berkisar antara 9,0 – 13,0. Endapan aluvium yang merupakan rombakan material Semilir dan Nglanggran memiliki indeks seismik yaitu berkisar antara 2,1 – 3,8. Jika dikaitkan dengan penilaian bahaya gempabumi (*earthquake hazard assessment*) dapat disimpulkan bahwa daerah-daerah yang litologinya berupa endapan gunungapi merapi muda memiliki tingkat kerawanan yang tinggi, kemudian daerah-daerah yang memiliki susunan litologi berupa endapan aluvium rombakan material Semilir dan Nglanggran memiliki tingkat kerawanan sedang, dan Formasi Semilir dan Nglanggran memiliki tingkat kerawanan gempabumi yang rendah. Hal ini juga sesuai dengan pola distribusi kerusakan bangunan di Kecamatan Pleret. Wonokromo dan Pleret yang sebagian besar merupakan endapan gunungapi merapi muda mengalami kerusakan parah. Kerusakan parah di Segoroyoso dan Bawuran hanya terjadi pada daerah endapan aluvium, sedangkan Wonolelo yang sebagian besar Formasi Semilir dan Nglanggran hanya mengalami kerusakan ringan.

1. Latar Belakang

Gempabumi merupakan guncangan di permukaan bumi yang disebabkan oleh adanya pelepasan energi secara tiba-tiba akibat adanya pensesaran batuan kerak bumi di sepanjang zona sesar atau zona penunjaman lempeng (subduksi). Energi yang dilepaskan merupakan akumulasi energi dari proses deformasi batuan secara terus menerus yang berbentuk panas atau getaran gelombang seismik yang menjalar di dalam bumi. Pada saat gelombang mencapai permukaan bumi terjadi gerakan tanah yang dirasakan sebagai gempabumi (Bath, 1979). Bencana gempabumi merupakan fenomena alam yang sangat terkait dengan kondisi geologi dan konfigurasi lempeng tektonik di suatu wilayah. Daerah yang berada pada zona pertemuan lempeng atau berada pada zona sesar memiliki potensi kerawanan gempabumi yang tinggi. Sampai saat ini gempabumi belum dapat diprediksi kapan dan dimana akan terjadi. Gempabumi dapat terjadi kapan saja secara tiba-tiba tanpa ada peringatan atau pertanda sebelumnya. Gempabumi memiliki daya rusak yang tinggi terhadap bangunan yang berada di atas permukaan bumi walaupun durasinya relatif singkat.

Kecamatan Pleret merupakan salah satu daerah rawan bencana gempabumi di Kabupaten Bantul. Pada bagian timur wilayah ini dilalui sistem sesar yang berorientasi barat daya – timur laut yang ditandai adanya gawir sesar Baturagung (*Baturagung escarpment*) di bagian timur kecamatan ini. Secara geologis Kecamatan Pleret terbagi menjadi 4 macam formasi geologi yaitu formasi semilir, formasi nglanggran, endapan aluvium, dan endapan gunungapi merapi muda. Pada gempabumi 27

Mei 2006 banyak bangunan tempat tinggal rusak dan banyak penduduk yang menjadi korban jiwa yaitu sekitar 8.309 bangunan rusak berat dan 579 orang meninggal (Pleret dalam angka, 2010). Setelah empat tahun dari bencana gempabumi, jumlah penduduk di Kecamatan Pleret mengalami kenaikan yang cukup signifikan yaitu sebanyak 8.015 jiwa (Pleret dalam angka, 2010).

2. Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengkaji bahaya gempabumi (*earthquake hazard*) di Kecamatan Pleret. Adapun tujuan yang lebih khusus untuk mencapai tujuan utama adalah:

1. Mengetahui sebaran geologi yang lebih detil melalui interpretasi geologi secara visual menggunakan citra ASTER
2. Mengetahui pola persebaran kerusakan bangunan akibat gempabumi tahun 2006 silam

3. Metodologi

3.1 Alat dan Bahan

1. Peta RBI lembar Timoho dan Imogiri skala 1 : 25.000.
2. Peta Geologi lembar Yogyakarta skala 1 : 100.000.
3. Citra satelit ASTER daerah penelitian tahun 2007.
4. Data kerusakan bangunan akibat gempabumi
5. *Software* Arc GIS
6. *Sofware* ENVI 3.3

3.2 Data

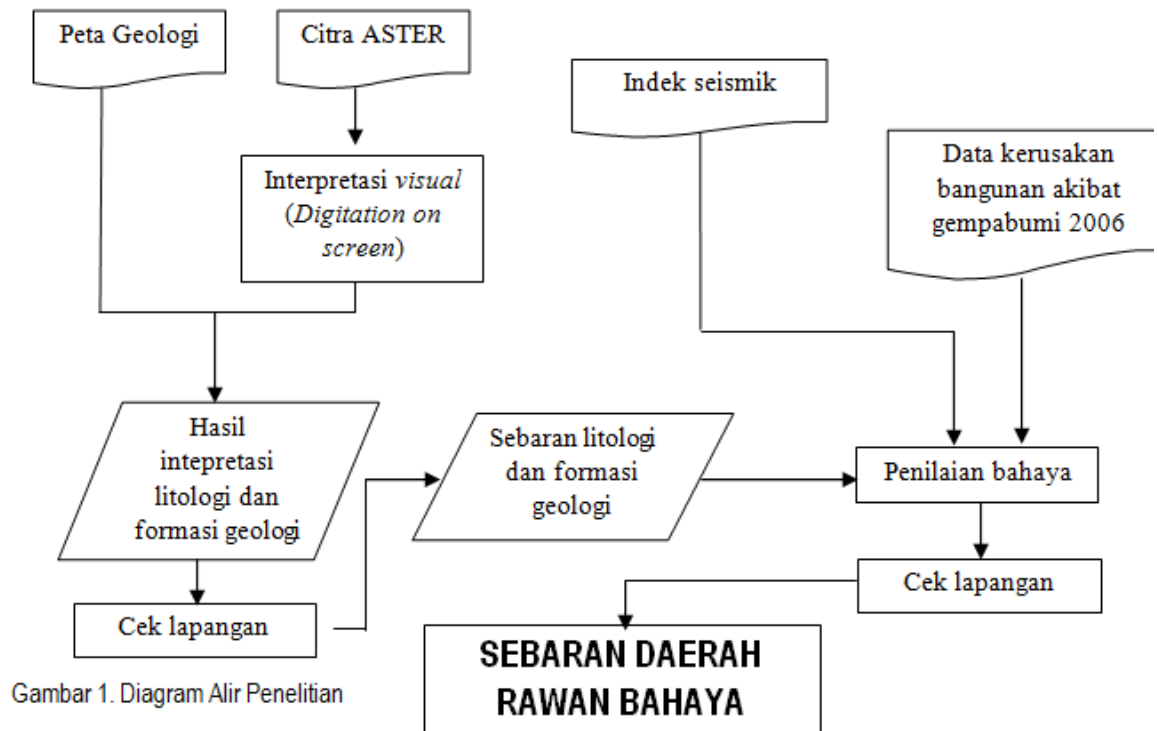
3.2.1 Data Primer

1. Data sebaran geologi hasil interpretasi citra ASTER
2. Informasi kerusakan bangunan akibat gempabumi 2006
3. Kondisi geologi kecamatan Pleret

3.2.2 Data Sekunder

1. Data indek seismik daerah Pleret dan sekitarnya
2. Data kerusakan bangunan akibat gempabumi 2006

3.3 Alur Penelitian

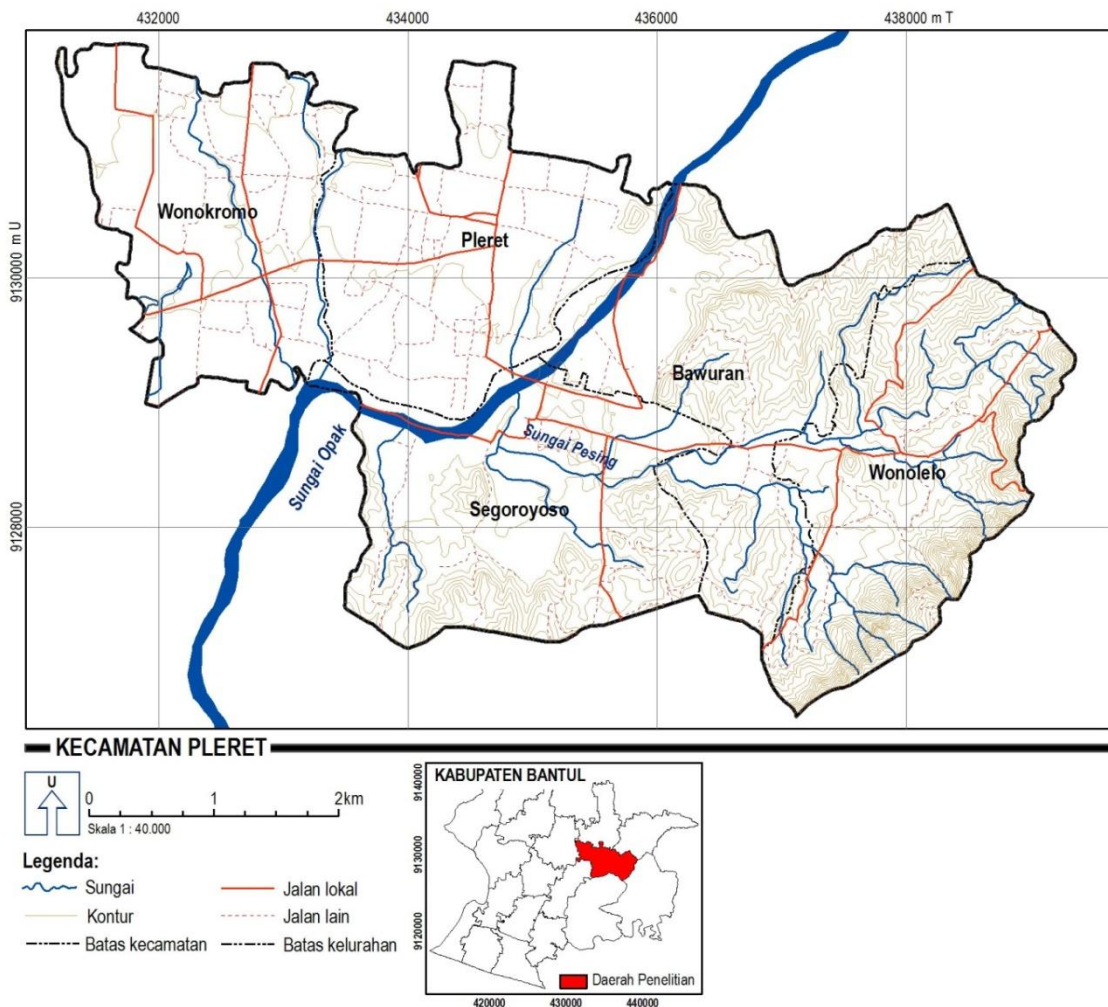


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Daerah Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan Kecamatan Pleret yang secara administratif terletak Kabupaten Bantul. Dari aspek Geologi, terdapat 4 (empat) jenis litologi yaitu :

- Aluvium yang berasal dari endapan vulkanik Gunungapi Merapi Muda yang membentuk dataran fluvial, material penyusun terdiri atas pasir, kerikil, dan tuf yang berumur Kuartar yang terdapat di sekitar muara Sungai Pesing oleh pengaruh endapan Sungai Opak.
- Aluvium dengan material penyusun berupa endapan kerakal, pasir, lanau, dan lempung dari material batuan Formasi Semilir dan Nglanggran. Material ini terdapat di daerah dataran kolvio-aluvial kaki perbukitan dan sepanjang lembah Sungai Pesing bagian bawah.
- Formasi Semilir tersusun oleh perselingan batuan antara breksi tuf, breksi batuapung, tuf dasit dan tuf andesit serta batu lempung tufan. Formasi ini diperkirakan berumur Miosen Bawah (Bemmelen, 1949) terletak pada sebagian besar perbukitan daerah penelitian.
- Formasi Nglanggran tersusun oleh batuan breksi vulkanik, breksi aliran aglomerat, lava dan tuf. Formasi ini terletak di bagian atas perbukitan atau bagian atas daerah aliran sungai dan diperkirakan berumur Miosen Bawah (Bemmelen, 1949).



Gambar 2. Lokasi DAS Pesing

4. Hasil dan Pembahasan

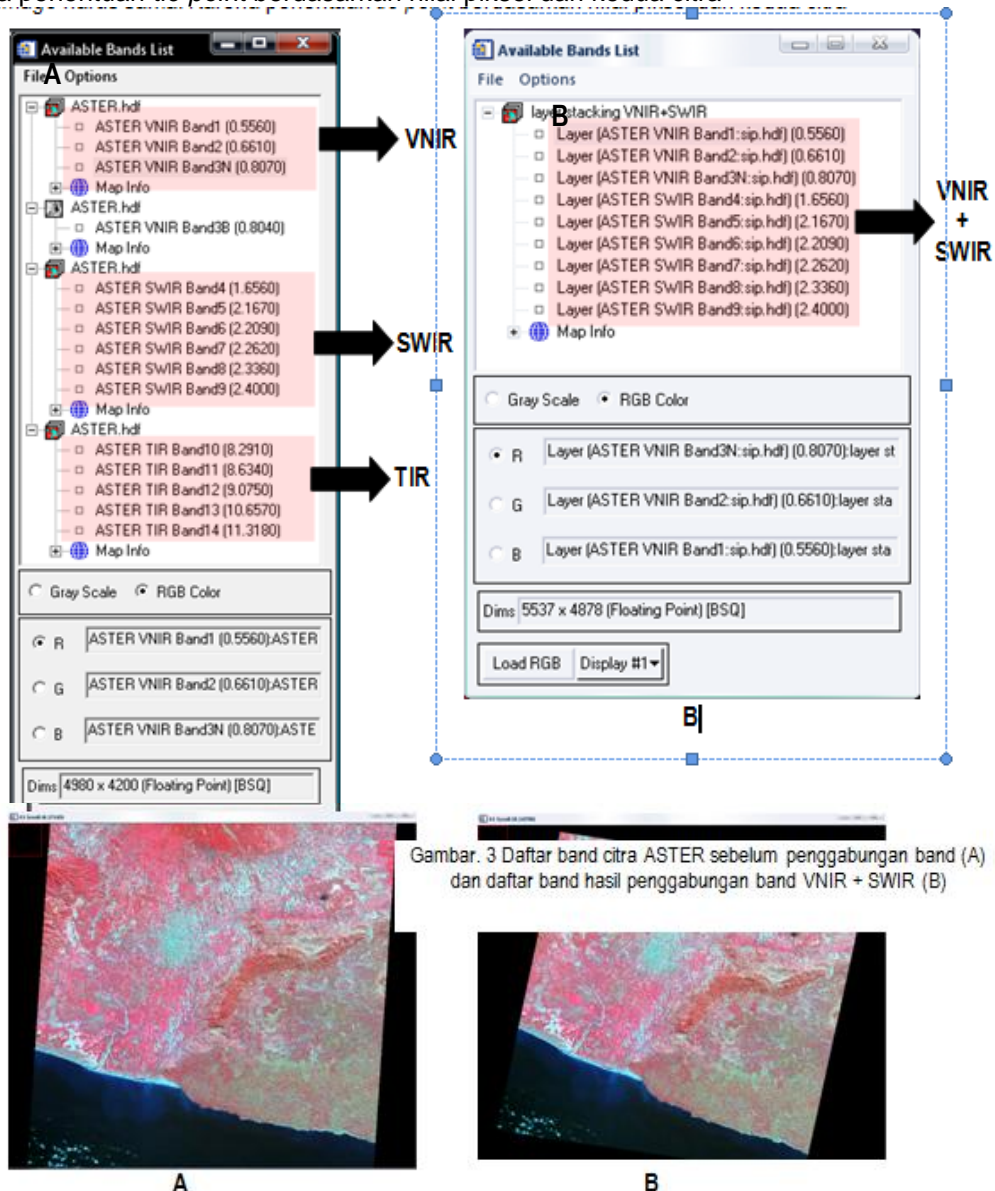
4.1 Hasil Pemrosesan Citra ASTER

Pemrosesan citra digital dilakukan untuk mendapatkan informasi yang optimal dari citra dalam hal ini citra ASTER. Data yang ingin didapat oleh peneliti melalui pemrosesan citra ASTER adalah data mengenai batuan atau litologi daerah penelitian. Sebelum dilakukan proses

interpretasi litologi harus terlebih dahulu dilakukan pemrosesan citra digital untuk memperbaiki tampilan citra sehingga mudah untuk diinterpretasi (*interpretable*). Pemrosesan citra digital untuk kajian litologi meliputi penggabungan band (*layer stacking*), koreksi geometrik, dan transformasi citra (RGB dan PCA). Semua pemrosesan citra tersebut merupakan proses mempersiapkan citra komposit yang jelas untuk menunjukkan aspek litologi daerah penelitian.

Penggabungan band (*layer stacking*) bertujuan untuk mengubah ukuran piksel dari suatu band sehingga dapat digabungkan dan dikompositkan. Penggabungan band (*layer stacking*) ini tidak mengubah sedikit pun informasi spektral yang ada pada setiap saluran sistem ASTER. Hasil penggabungan band (*layer stacking*) antara saluran VNIR dan SWIR dapat dilihat seperti Gambar 3.

Koreksi geometrik pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan citra yang telah terkoreksi. Citra terkoreksi tersebut merupakan data perekaman pada tahun sebelumnya yaitu tahun 2006. Fasilitas ini lebih mudah dibandingkan dengan proses register yang secara manual menggunakan GCP (*Ground Control Point*). Pada proses ini, tidak menggunakan titik GCP melainkan hanya menggunakan titik *tie point*, nilai koordinat didapatkan dari *base image* yang telah terkoreksi. Penentuan titik *tie point* pada fasilitas ini dapat dilakukan secara otomatis, pengguna (*user*) hanya mengatur jumlah *tie point* yang diinginkan. Pada proses register ini hanya dibutuhkan 1 band saja sebagai *base image band* dari citra yang telah terkoreksi (*base image*). Yang harus diperhatikan adalah band yang digunakan baik dari *base image* dan *warp image* harus sama. Karena penentuan *tie point* berdasarkan nilai piksel dari kedua citra



Gambar. 3 Daftar band citra ASTER sebelum penggabungan band (A) dan daftar band hasil penggabungan band VNIR + SWIR (B)

Gambar 4 (A) Citra ASTER scene wilayah Yogyakarta dan sekitarnya yang belum diregistrasi terhadap orientasi utara peta dasar yang digunakan dengan proyeksi UTM dan datum WGS 84, Gambar 4 (B) Citra ASTER scene wilayah Yogyakarta dan sekitarnya yang telah diregistrasi terhadap orientasi utara peta dasar yang digunakan dengan proyeksi UTM dan datum WGS 84

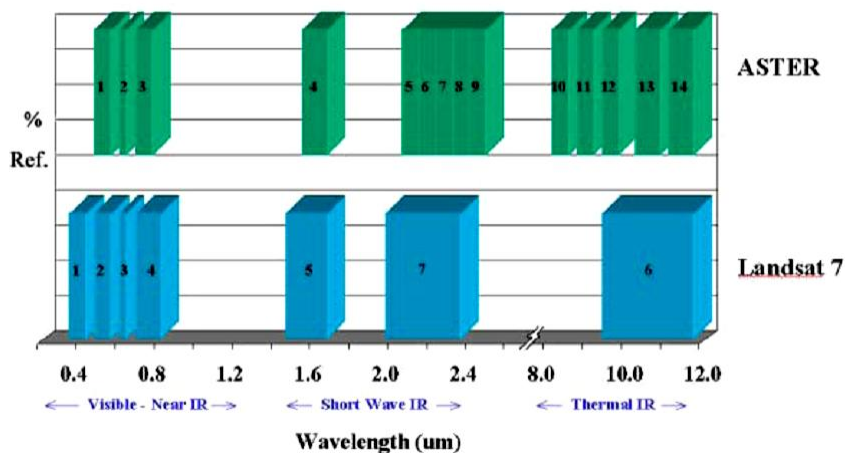
RGB warna alami mengacu pada hasil yang dipublikasikan oleh ERSDAC (*Earth Remote Sensing Data Analysis Center*), yaitu citra dengan komposit RGB : band 2, (3 x band 1 + band 3)/ 4.0, band 1. Warna merah diisi dengan band 2, warna hijau diisi dengan hasil *bandmath* dari (3 x band 1 + band 3)/ 4.0, dan warna biru diisi oleh band 1. Fungsi fasilitas *bandmath* dalam *software* ENVI 4.3 ini hampir sama dengan PCA, yaitu menggabungkan beberapa band menjadi 1 band gabungan. Hanya saja pada *bandmath* penggabungan band dilakukan dengan menggunakan rumus matematika atau disebut *math expression*. Dalam penelitian kali ini rumus yang digunakan hampir menyerupai rumus rata-rata. Yaitu $(b1 + b1 + b1 + b2) / 4.0$. Dimana b1 adalah band 1 dan b2 adalah band 3. Penulisan rumus dalam *software* harus dilakukan sesuai dengan aturan yaitu dengan menggunakan kata *float* di depan variabel, sehingga ditulis sebagai berikut : **“(float(b1)+float(b1)+float(b1)+float(b2))/4.0”**. Hasil dari ASTER komposit warna alami dapat dilihat seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Citra ASTER komposit warna alami sebagian Yogyakarta hasil pemrosesan citra digital

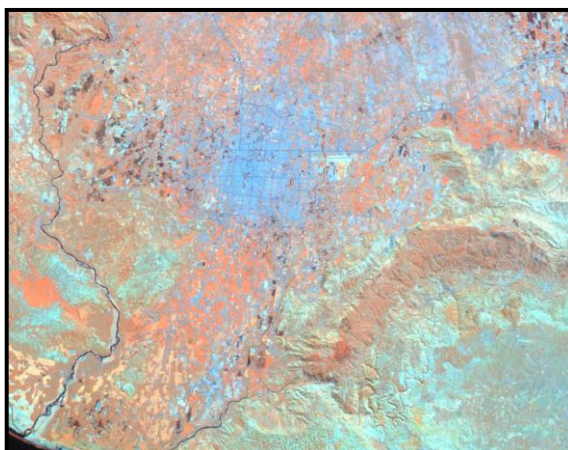
Analisa komponen utama (*Principal Component Analysis/ PCA*) pada dasarnya adalah teknik rotasi yang diterapkan pada sistem koordinat multisaluran sehingga menghasilkan citra baru dengan jumlah saluran yang lebih sedikit. Oleh karena itu PCA sering dipandang sebagai teknik kompresi (pemampatan) informasi yang sangat efisien. Pada penelitian ini PCA digunakan untuk menggabungkan beberapa band SWIR yaitu band 5,6,7,8,dan 9 menjadi 1 band tunggal. Jadi jika dilakukan penggabungan dengan analisis PCA maka akan menghasilkan 1 band yang setara dengan band 7 pada citra Landsat 7 ETM+ tanpa mengurangi kandungan informasi pada

band-band tersebut. Perbandingan citra ASTER dengan Landsat 7 ETM+ dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Perbandingan band citra ASTER dan citra Landsat 7 ETM+
(Sumber : Abrams dan Hook, 2003 dalam Nurwihastuti, 2008)

Dari penelitian sebelumnya diketahui bahwa kombinasi band RGB 457 baik untuk menyajikan kenampakan geomorfologi termasuk litologi. Band 4 pada citra Landsat 7 ETM+ merupakan band infra merah dekat yang baik untuk mengetahui biomassa vegetasi, identifikasi tanaman pertanian, kerapatan vegetasi dan identifikasi tubuh air. Band 5 merupakan band infra merah tengah yang baik untuk identifikasi kelembaban vegetasi dan tanah. Sedangkan band 7 merupakan band infra merah tengah kedua yang baik untuk diskriminasi formasi batuan, diskripsi litologi dan mineral (Santosa, 2003).



Gambar 7 Citra ASTER komposit RGB
3,4,PCA56789 sebagian Yogyakarta hasil
pemrosesan citra digital

Jika dilihat dari Gambar 6 maka didapatkan bahwa band 4 Landsat setara dengan band 3 ASTER, band 5 Landsat setara dengan band 4 ASTER, dan band 7 Landsat setara dengan band PCA 5,6,7,8,9 citra ASTER. Sehingga didapatkan citra komposit ASTER yang setara dengan citra Landsat 7 ETM+ untuk menonjolkan aspek geomorfologi termasuk litologi yaitu komposit 3,4 PCA 5,6,7,8,9. Dengan demikian perlu dilakukan analisis PCA untuk menggabungkan band 5,6,7,8,9 ASTER menjadi 1 band tunggal tanpa mengurangi kandungan informasinya. Hasil komposit 3,4 PCA 5,6,7,8,9 dapat dilihat pada Gambar 7

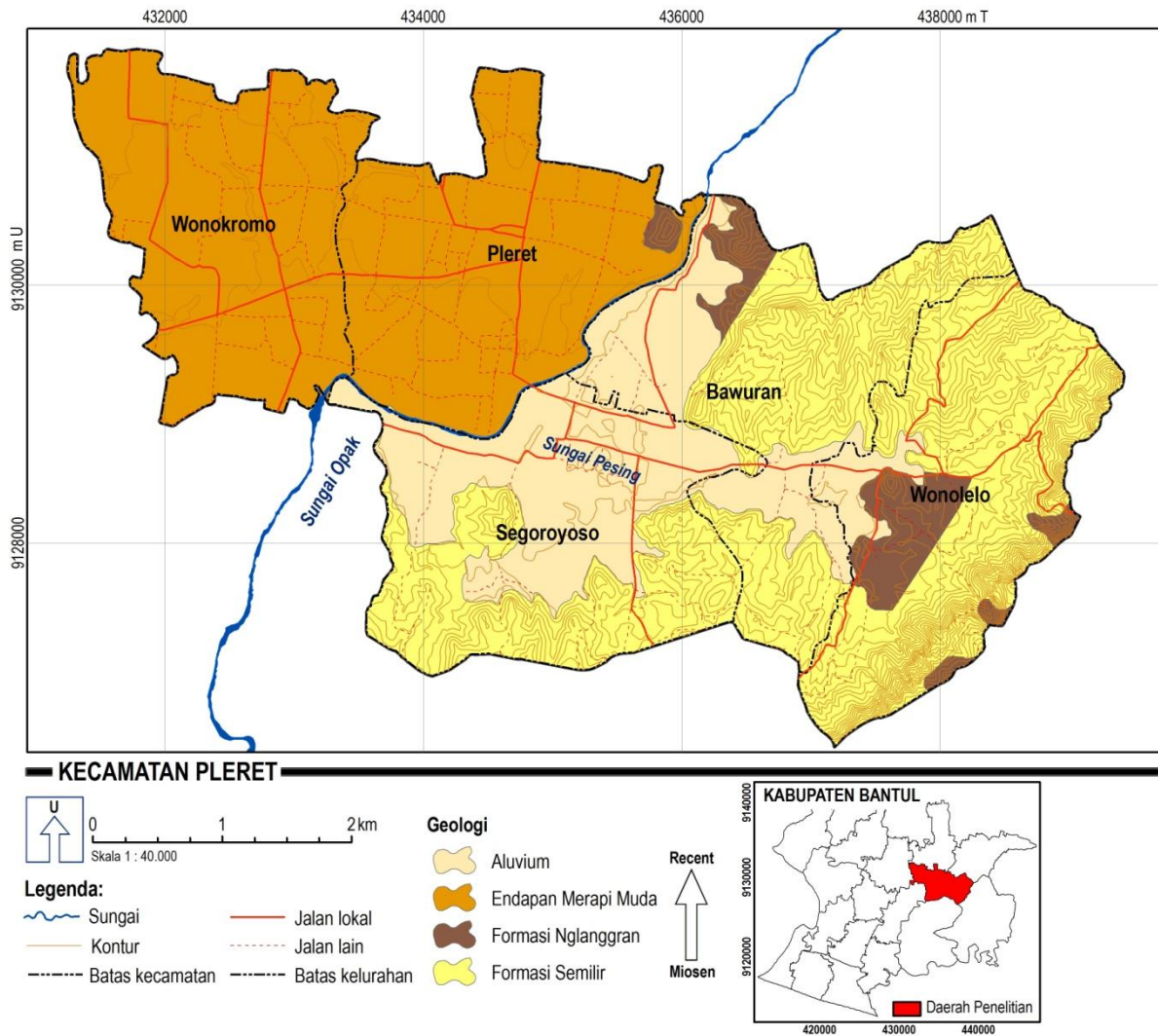
4.2 Interpretasi Geologi

Melalui proses interpretasi citra dan dibantu peta geologi lembar Yogyakarta skala 1 : 100.000, di daerah penelitian diperoleh 4 satuan batuan/ formasi yang berbeda. Keempat formasi batuan tersebut adalah Formasi Nglanggran (Tmn), Formasi Semilir (Tmse), Aluvium (Qa), dan Endapan Gunungapi Merapi Muda (Qmi). Penamaan dari litologi tersebut mengacu pada peta geologi lembar Yogyakarta skala 1 : 100.000.

Tabel 1. Jenis litologi daerah penelitian

No	Simbol	Litologi	Batuan	Luas	
				Ha	%
1	Qa	Aluvium	kerakal, pasir, lanau, dan lempung dari material batuan Formasi Semilir dan Nglanggran	177,44	10,59
2	Qmi	Endapan Gunungapi Merapi Muda	Tuf, abu, breksi, aglomerat dan leleran lava tak terpisahkan	465,53	27,79
3	Tmn	Formasi Nglanggran	Breksi vulkanik, breksi aliran, aglomerat, lava dan tuf.	106,81	6,37
4	Tmse	Formasi Semilir	Perselingan antara breksi-tuf, breksi batuapung,	925,49	55,25

Sumber : Hasil interpretasi citra (2009)



Gambar 8. Peta geologi Kecamatan Pleret

4.3 Indek Seismik dan Kerusakan Bangunan

Indek seismik adalah suatu indik yang menunjukkan tingkat kemudahan terjadinya deformasi lapisan tanah permukaan saat terjadi gempa bumi. Dasar penggunaan indik kerentanan seismik sebagai acuan dalam analisis bahaya gempa bumi ini adalah bahwa metode ini merupakan metode mutakhir dalam pengkajian bahaya gempa bumi dan kehandalan metode ini telah terbukti dalam beberapa penelitian yang dilakukan di berbagai negara. Daerah-daerah yang memiliki indik kerentanan seismik tinggi ternyata memiliki risiko tinggi terhadap kerusakan akibat gempa bumi (Daryono et al., 2009). Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Daryono et al. (2009) diperoleh nilai indik seismik pada setiap satuan geologi seperti terlihat dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Jenis litologi dan nilai indek seismiknya

No	Simbol	Litologi	Batuan	Indek seismik
1	Qa	Aluvium	kerakal, pasir, lanau, dan lempung dari material batuan Formasi Semilir dan Nglanggran	2,1 – 3,8
2	Qmi	Endapan Gunungapi Merapi Muda	Tuf, abu, breksi, aglomerat dan leleran lava tak terpisahkan	9,0 – 13,0
3	Tmn	Formasi Nglanggran	Breksi vulkanik, breksi aliran, aglomerat, lava dan tuf.	0,2 – 0,3
4	Tmse	Formasi Semilir	Perselingan antara breksi-tuf, breksi batuapung,	0,4 – 0,7

Berdasarkan tabel 2 di atas dapat disimpulkan bahwa Formasi Semilir dan Formasi Nglanggran yang merupakan batuan kompak yang berasal dari gunungapi purba memiliki indek seismik yang rendah yaitu tidak lebih dari 1. Sedangkan endapan merapi muda yang merupakan material rombakan dari gunungapi merapi memiliki nilai yang tinggi yaitu berkisar antara 9,0 – 13,0. Endapan aluvium yang merupakan rombakan material Semilir dan Nglanggran memiliki indek seismik yaitu berkisar antara 2,1 – 3,8. Sehingga jika dikaitkan dengan penilaian bahaya gempa bumi (*earthquake hazard assessment*) dapat disimpulkan bahwa daerah-daerah yang litologinya berupa endapan gunungapi merapi muda memiliki tingkat kerawanan yang tinggi, kemudian daerah-daerah yang memiliki susunan litologi berupa endapan aluvium rombakan material Semilir dan Nglanggran memiliki tingkat kerawanan sedang, dan Formasi Semilir dan Nglanggran memiliki tingkat kerawanan gempa bumi yang rendah. Hal ini didukung dengan data kerusakan bangunan akibat gempa bumi 2006 dan cek yang dilakukan di lapangan. Secara administratif pola kerusakan menyebar sesuai dengan karakteristik indek seismik tersebut. Desa/kelurahan Wonokromo yang seluruh wilayahnya merupakan endapan gunungapi merapi muda memiliki jumlah kerusakan paling banyak dan dinyatakan desa terparah terkena dampak gempa bumi di Kecamatan Pleret. Begitu pula Kelurahan Pleret yang merupakan endapan gunungapi merapi muda juga mengalami kerusakan parah. Kelurahan Bawuran dan Segoroyoso yang sebagian terdiri dari endapan aluvium dan Formasi Semilir hanya mengalami kerusakan parah pada bangunan yang berada pada endapan aluvium. Sedangkan bangunan yang berada pada Formasi Semilir hanya mengalami kerusakan ringan. Begitu pula kelurahan Wonolelo yang sebagian besar merupakan Formasi Semilir tidak begitu mengalami kerusakan yang berarti. Lihat Tabel 3

Jumlah korban jiwa juga memiliki pola yang sama dengan pola kerusakan bangunan. Karena sebagian besar korban jiwa meninggal terkena reruntuhan bangunan yang tidak mampu menahan getaran gempa bumi. Hal ini akan diperbarah jika kondisi kapasitas masyarakat sekitar rendah. Dari data yang berhasil didapatkan dapat diketahui bahwa Wonokromo dan Pleret memiliki jumlah korban terbanyak yaitu 384 jiwa, Segoroyoso 96 jiwa, Bawuran 94 jiwa, dan Wonolelo hanya 5 jiwa. Tabel 4.

Tabel 3. Jumlah bangunan rusak di Kecamatan Pleret
**JUMLAH BANGUNAN RUMAH YANG RUSAK AKIBAT GEMPA BUMI
 27 MEI 2006 DI KECAMATAN PLERET**

Desa	Rumah Roboh	Rumah Rusak Berat	Rumah Rusak Ringan
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Wonokromo	3.118	456	110
2. Pleret	2.238	591	143
3. Segoroyoso	1.574	283	298
4. Bawuran	970	285	451
5. Wonolelo	409	570	354
Kecamatan	8.309	2.185	1.356

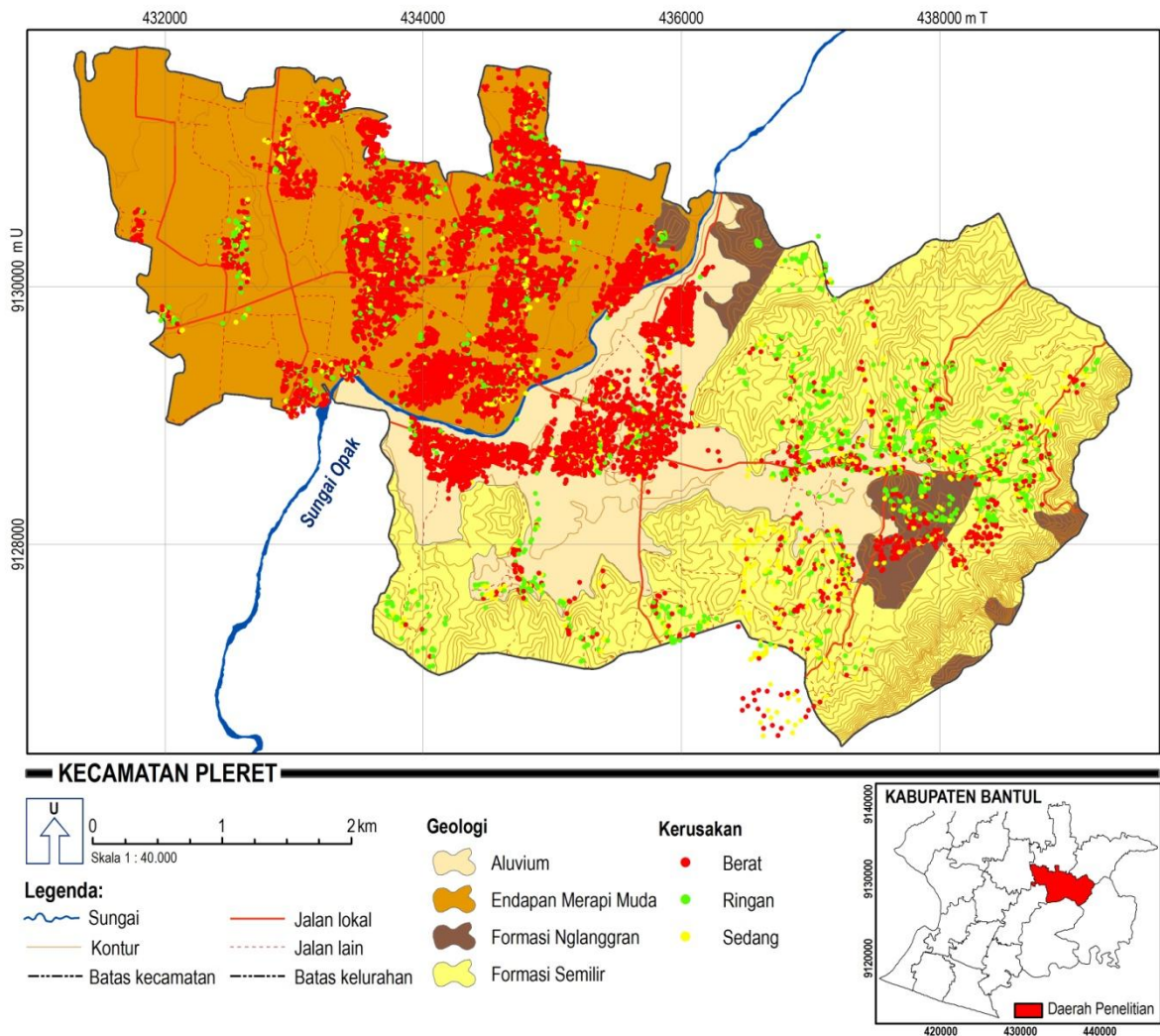
Sumber data : Seksi Kemasyarakatan Kec. Pleret

Tabel 4. Jumlah korban jiwa di Kecamatan Pleret

**JUMLAH KORBAN MENINGGAL DUNIA AKIBAT GEMPA BUMI
 27 MEI 2006 DI KECAMATAN PLERET**

Desa	Laki-Laki (jrwa)	Perempuan (jrwa)	Jumlah (jrwa)
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Wonokromo	57	104	161
2. Pleret	95	128	223
3. Segoroyoso	30	66	96
4. Bawuran	28	66	94
5. Wonolelo	5	-	5
Kecamatan	215	364	579

Sumber data : Seksi Kemasyarakatan Kec. Pleret

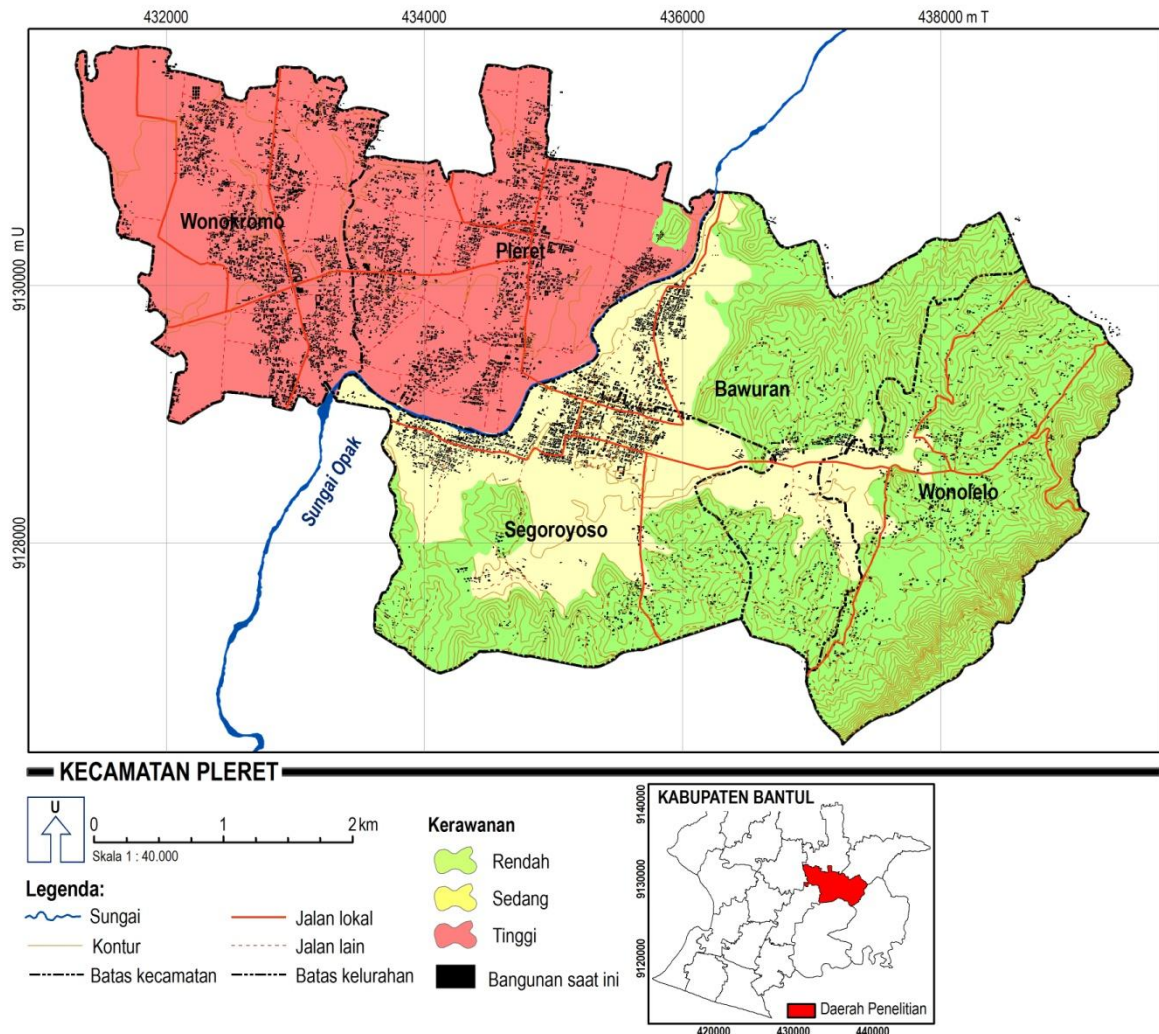


Gambar 9. Peta distribusi kerusakan bangunan di Kecamatan Pleret

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan batuan/ litologi terlihat dengan jelas pada citra ASTER RGB 3,4, PCA 56789, yang diketahui dengan perbedaan unsur-unsur dasar interpretasi geologi yaitu relief, pola penyaluran, vegetasi, dan budaya.
2. Litologi endapan gunungapi merapi muda memiliki tingkat kerawanan gempabumi yang tinggi, dibuktikan dengan tingginya indek seismik dan banyaknya kerusakan bangunan pada zona ini.
3. Litologi endapan aluvium memiliki tingkat kerawanan gempabumi yang sedang, dibuktikan dengan indek seismik berkisar antara 2,1 – 3,8 dan kerusakan yang tidak terlalu banyak.
4. Litologi Formasi Semilir dan Nglanggran memiliki tingkat kerawanan gempabumi yang rendah, ditandai dengan indek seismik yang rendah yaitu < 1 dan kerusakan bangunan yang tidak parah.



Gambar 10. Peta kerawanan gempa bumi Kecamatan Pleret

DAFTAR PUSTAKA

- Agra, Alfian, Soeripto, Soetanto, Sulthoni, Pradopo, Masyhuri, Istianto, dan Roesdiarso. 2001. *Petunjuk Penulisan Usulan Penelitian dan Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Alkema, Damen, Kerle, Lubszynska, Kingma, Parodi, Rusmini, van Westen, dan Woldai. 2005. Hazard Assessment, C. van Westen (ed.). *Multi-hazard Risk Assessment*. UNU-ITC DGIM. Enschede The Netherlands
- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta. Jakarta
- BAKORNAS PB. 2007. *Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*. Direktorat Mitigasi Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana (BAKORNAS PB). Jakarta.
- Bappenas. 2006. *Preliminary Damage and Loss Assessment*. Consultatif Group Indonesia. Jakarta.
- Bath, M. 1979. *Introduction to Seismology*, Second Edition. Birkhauser. Verlaag.
- BPS. 2010. *Pleret Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik (BPS). Yogyakarta.
- Budhiarto, R. 2009. *Gempabumi di Indonesia Dari Sudut Pandang Tektonik Lempeng*. CV Karya Putra Budi. Jakarta.
- Coburn, A dan Spence, R. 2002. *Earthquake Protection*. John Wiley and Sons, Ltd. Cichester, England.
- Daryono, Sutikno, Sartohadi, Dulbahri, Brotopuspito. 2009. Pengkajian *Local Site Effect* di Graben Bantul Menggunakan Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor. *Jurnal Kebencanaan Indonesia* Vol. 2 No.1 pp 456 – 467.
- Elnashai, Kim, Yun, dan Sidarta. 2006. *The Yogyakarta Earthquake of May 27, 2006*. Mid-America Earthquake Center, University of Illinois at Urbana-Champaign. Illinois.

- Elnashai dan Sarno. 2008. *Fundamental of Earthquake Engineering*. John Wiley & Sons Ltd, United Kingdom.
- FEMA. 2002. *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook FEMA 154*, Edition 2. The Federal Emergency Management Agency (FEMA). Washington, DC.
- Gulati. 2006. *Earthquake Risk Assessment of Buildings: Applicable of HAZUS in Dehradun, India*. MSc Thesis, ITC. Enschede, Netherland.
- Haifani. 2008. Manajemen Risiko Bencana Gempabumi (Studi Kasus Gempabumi Yogyakarta 27 Mei 2006). *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta.
- Hartuti. 2009. *Buku Pintar Gempa*. Buku Ilmiah Populer. Diva Press. Yogyakarta.
- Jimme. 2006. *Seismic Vulnerability and Capacity Assessment at Ward Level A Case Study of Ward No.20, Lalitpur Sub-Metropolitan City, Nepal*. MSc Thesis, ITC. Enschede, Netherland.
- Kanai, K. 1962. On the Spectrum of Strong Earthquake Motions. *Bulletin of the Earthquake Research Institute* Vol. 40 pp 71 – 90.
- Karnawati, Husein, Pramumijoyo, Ratdomopurbo, Watanabe, dan Anderson. 2007. Earthquake Microzonation and Hazard Maps on Bantul Area, Yogyakarta, Indonesia. *The Yogyakarta Earthquake 2006*. Geological Engineering Department. Faculty of Engineering, Gadjah Mada University. Yogyakarta
- Marwasta dan Achmadi. 2009. Penilaian Tingkat Kerawanan Kebakaran Rumah Berdasarkan Karakteristik Kualitas Rumah di Kecamatan Kebayoran Lama, Jakarta Selatan. *Jurnal Kebencanaan Indonesia* Vol. 2 No 1 pp 468 – 483.
- Natawidjaja. 2007. *Tectonic Setting Indonesia dan Pemodelan Sumber Gempa dan Tsunami*. LIPI. Jakarta
- PSBA. 2009. *Studi Investigasi Daerah Rawan Bencana*. Kerja sama PSBA dengan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Banggai. Yogyakarta.
- PSBA, 2010. *Penaksiran Multirisiko Bencana di Wilayah Kepesisiran Parangtritis*. Pusat Studi Bencana (PSBA) Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Kamus Bahasa Indonesia*. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta
- Ronald, A. 1997. *Ciri-Ciri Karya Budaya Di Balik Tabir Keagungan Rumah Jawa: Cetakan kedua*. Penerbitan Universitas Atma Jaya. Yogyakarta
- Ronald,A. 2005. *Nilai-Nilai Arsitektur Rumah Tradisional Jawa*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Septeryansyah. 2009. *Earthquake Vulnerability Assessment Using RS and GIS, Case Study: Bantul Earthquake, Bantul Regency, Yogyakarta*. M.Sc Thesis UGM Yogyakarta.
- Sharifi. 2004. *Spatial Multi Criteria Decision Analysis*. International Institute for Geo Information Science and Earth Observation, ITC. Enschede, Netherland.
- Suheri. 2006. *Perhitungan Tingkat Bahaya Gempabumi di Jawa Tengah Secara Probabilistik*. Program Studi
- Tandjung. 2003. *Ilmu Lingkungan*. Laboratorium Ekologi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Thapaliya. 2006. *Assessing Building Vulnerability for Earthquake Using Field Survey and Development Control Data: A Case Study in Lalitpur Sub-Metropolitan City, Nepal*. MSc Thesis, ITC. Enschede, Netherland.
- Thywissen. 2006. *Components of Risk*. Studies of the University: Research, Counsel, Education. Publication
- Van Westen. 2009. Risk Analysis. C, van Westen (ed.), *Multi-hazard Risk Assessment*. UNU-ITC DGIM. Enschede The Netherlands
- Van Westen, Kingma, dan Montoya. 2009. Element at Risk. C, van Westen (ed.), *Multi-hazard Risk Assessment*. UNU-ITC DGIM. Enschede The Netherlands
- Widigdo. 2006. *Perhitungan Nilai Peak Ground Acceleration (PGA) di Daerah Istimewa Yogyakarta Dengan Metode Kanai*. Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Wirawan. 2006. *Pengantar Evaluasi Program*. Uhamka. Jakarta
- Yunus. 1987. *Geografi Permukiman dan Permasalahan Permukiman di Indonesia*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Peraturan Perundang-undangan
- Undang-Undang Republik Indonesia No 4 Tahun 1992 tentang *Perumahan dan Permukiman*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1992 Nomor 23.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 21/PRT/M/2007 tentang *Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Berapi dan Kawasan Rawan Gempabumi*.

INTEGRASI ANALISIS MODEL MEDAN DIGITAL DAN PEDOGEOFORFIK UNTUK IDENTIFIKASI KEJADIAN BENCANA LONGSORLAHAN*)

Kuswaji Dwi Priyono**)

Dosen Mata Kuliah Geomorfologi Kebencanaan Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta E-mail: kuswaji@yahoo.com

ABSTRAK

Bencana longsorlahan terjadi akibat gangguan keseimbangan pada suatu lereng perbukitan/pegunungan, apabila berat massa tanah/batuan pada suatu lereng yang berupa tegangan geser melampaui besar tahanan gesernya. Pengaruh gaya berat menyebabkan massa tanah/batuan bergerak cepat ke arah bawah yang menyebabkan peristiwa bencana.

Tulisan ini bertujuan untuk mendeskripsikan pentingnya integrasi analisis model medan digital dan pedogeomorfik kejadian longsorlahan di wilayah rawan bencana longsorlahan. Hasil analisis berupa satuan medan/lereng yang berpotensi terjadinya bencana longsorlahan. Manfaat kajian ini untuk kegiatan pencegahan dan mitigasi bencana longsorlahan.

Model Medan Digital merupakan metode yang cukup baik untuk menyadap data mengenai lereng (kemiringan, panjang, dan ketinggian) dengan kemampuan menampilkan pandangan secara tiga dimensional yang lebih jelas menggambarkan topografi medan/lereng. Didukung oleh data analisis pedogeomorfik kejadian longsorlahan aktual dapat dihasilkan karakteristik lokasi kejadian bencana longsorlahan. Data tersebut dapat diperoleh dari olahan data penginderaan jauh dan survey lapangan. Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan teknik perhitungan peta diperoleh hasil peta kerawanan bencana longsorlahan. Kemampuan Model Medan Digital, Sistem Informasi Geografis, teknik penginderaan jauh, dan penerapan prinsip pedogeomorfik dapat dikembangkan untuk identifikasi wilayah potensial bencana longsorlahan yang dapat memperkecil waktu, biaya, tenaga, dan peralatan yang digunakan.

Kata kunci: Model Medan Digital, Pedogeomorfik, Bencana longsorlahan.

Pendahuluan

Longsorlahan (*landslides*) mewakili bencana yang luas pada wilayah pegunungan dan perbukitan di dunia yang telah menyebabkan hilangnya nyawa dan kerusakan material (Kjekstad, 2008). Berdasarkan kajian terbaru dari Bank Dunia (Dille et al, 2005 dalam Kjekstad, 2008) diperkirakan longsorlahan telah menyingkap lahan di dunia seluas 3,7 juta km², 300 juta (5%) penduduk dunia, luasan lahan yang beresiko tinggi seluas 820.000 km², dan kehidupan penduduk di wilayah resiko tinggi sebanyak 66 juta jiwa. Sepanjang tahun 2007 di Indonesia telah terjadi 205 kali bencana alam yang mengakibatkan krisis kesehatan yang tersebar di 28 propinsi dengan frekuensi yang bervariasi, bencana banjir disertai tanah longsor menempati frekuensi tertinggi yang menyebabkan kematian sebanyak 265 jiwa (Pusat Penanggulangan Krisis, Dep.Kes., 2007).

Kejadian longsorlahan tersebut akan terus berulang, menurut Direktorat Geologi dan Mitigasi Bencana Bandung di Pulau Jawa selama 16 tahun ini (1990-2005) telah terjadi kejadian longsorlahan lebih daripada 1.000 kejadian yang menyebabkan 1.112 penduduk meninggal dan 395 terluka, dengan 62 kejadian setiap tahunnya (Hadmoko, 2007; Sartohadi, 2008). Bencana alam itu tidak lain adalah bagian dari proses geomorfologi yang menimbulkan kerugian bagi kehidupan manusia dan pada saat ini semakin sering terjadi dengan skala akibatnya juga dirasakan semakin besar (Sartohadi, 2007). Oleh karena itu, pemahaman karakter wilayah rawan longsorlahan sangat diperlukan agar kerusakan yang dialami dapat diperkecil atau bahkan dihindari.

Longsorlahan merupakan salah satu proses geomorfologi yang beroperasi pada suatu lereng perbukitan atau pegunungan. Kajian tentang proses yang beroperasi pada lereng perbukitan atau pegunungan ini bukanlah hal yang baru. Banyak geologis pada abad ke-19 telah menyadari bahwa proses ini secara signifikan mempengaruhi perkembangan bentanglahan (Goudie, 1981). Davis (1850-1934), mengemukakan bahwa proses geomorfologi sebagai agen erosi bertanggungjawab terhadap perubahan bentanglahan. Penyelidikan tentang bahaya dan

kemungkinan bahaya longsorlahan hingga akhir dekade ini masih menjadi perhatian utama oleh komunitas peneliti di dunia (Glade, T., 2005).

Cooke dan Doornkamp (1994) menjelaskan kontribusi geomorfologi terhadap penilaian kejadian longsorlahan. Dijelaskan adanya beberapa faktor yang perlu diketahui untuk penilaian kejadian longsorlahan, yaitu: lereng, drainase, batuan dasar, tanah, bekas-bekas kejadian longsor sebelumnya, iklim, dan pengaruh aktivitas manusia. Komponen lereng yang memiliki pengaruh besar pada kejadian longsorlahan adalah kemiringan, panjang, bentuk, dan ketinggian (Cooke & Doornkamp, 1994; Van Zuidam, 1979; Dackombe & Gardier, 1983). Aspek batuan yang berpengaruh adalah struktur pelapisan batuan dan kerapatan kekar. Aspek tanah yang berpengaruh terhadap stabilitas lereng ditentukan oleh aspek permeabilitas, tekstur, indeks plastisitas, sudut gesek dalam, tekanan normal efektif, tekanan pori, dan kohesi (Cooke & Doornkamp, 1994). Proses geomorfologi yang berpengaruh terhadap longsorlahan adalah tingkat dan kedalaman pelapukan batuan dan kejadian longsor sebelumnya (Cooke & Doornkamp, 1994). Pemahaman mengenai perbedaan resistensi batuan terhadap proses pelapukan telah membawa kepada pemahaman bahwa perbedaan batuan akan selalu dicirikan oleh perbedaan relief permukaan bumi yang tidak lain adalah bentuklahan (Sartohadi, 2007). Lebih lanjut Sartohadi (2007) mengatakan bahwa untuk mencirikan dan mendeskripsikan proses-proses geomorfologi yang telah terjadi pada masa lampau tidak hanya berdasarkan kepada morfologi bentuklahan saja, namun juga pada material penyusun bentuklahan (batuan dan atau tanah).

Berdasarkan hasil pencermatan publikasi-publikasi tersebut, bahwa proses longsorlahan dikendalikan oleh sifat morfologi bentuklahan (relief) dan sifat materi batuan dan atau tanah. Bentuklahan sebagai kenampakan muka bumi yang kasat mata dapat dikaji secara genesis melalui kajian material penyusun bentuklahan dan proses-proses geomorfologi yang bekerja secara terus menerus mengubah konfigurasi bentuklahan. Perubahan konfigurasi bentuklahan ini dapat dicermati dari gambaran lerengnya. Kejadian longsorlahan merupakan proses evolusi dari suatu lereng yang dipengaruhi oleh morfostruktur pasif dari bentuklahan (batuan, material lapukan batuan, maupun tanah penutup permukaan bentuklahan) dan morfostruktur aktif bentuklahan (tektonik, struktur batuan, dan proses-proses geomorfologi oleh tenaga endogenik, eksogenik, antropogenik, maupun luar angkasa). Secara morfokronologi, kejadian longsorlahan seringkali terjadi pada suatu lereng yang dulunya pernah mengalami longsor sehingga pemahaman urutan pembentukan bentuklahan menjadi sangat penting. Demikian pula, kejadian longsorlahan seringkali berasosiasi antara kondisi lereng pada suatu bentuklahan satu dengan yang lainnya sehingga diperlukan pemahaman morfoaransemen dari lereng kejadian longsorlahan tersebut.

Telaah kejadian longsorlahan sebagai salah satu proses geomorfologi yang terjadi pada suatu bentuklahan saat ini dapat digunakan untuk mengungkap kejadian di masa lalu dan memprediksi kejadian di masa mendatang. Salah satu konsep dalam mempelajari geomorfologi adalah proses-proses dan hukum-hukum fisik yang sama yang bekerja sekarang bekerja pula pada waktu geologi, walaupun tidak harus selalu dengan intensitas yang sama seperti sekarang (Thornbury, 1958). Telaah bentuklahan untuk mencirikan dan mendeskripsikan proses-proses geomorfologi yang telah terjadi pada masa lampau tidak hanya berdasarkan pada morfologi bentuklahan saja, namun juga pada material penyusun bentuklahan yang salah satunya adalah tanah (Sartohadi, 2007).

Morfologi bentuklahan dapat dikaji melalui teknik Model Medan Digital (*Digital Terrain Model/DTM*) yang merupakan sistem, model, metode, dan alat untuk mengumpulkan, processing, dan penyajian informasi relief medan. DTM adalah susunan nilai-nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik medan. DTM ditujukan pada penyadapan data lereng (kemiringan, panjang, dan ketinggian), pembuatan profil dan penghasilan pandangan tiga dimensional (perspektif) dari medan. Integrasi analisis lereng menggunakan DTM dan analisis pedogeomorfik yang menekankan pada telaah pembentukan tanah sebagai material permukaan penyusun satuan bentuklahan sangat penting dalam kegiatan mitigasi bencana longsorlahan. Perkembangan tanah yang merupakan material terlongsorkan dipengaruhi oleh jumlah waktu yang telah ditempuh mulai dari tersingkapnya batuan, proses pelapukan, dan selanjutnya berkembang menjadi tanah. Tanah tidak terdistribusikan secara acak pada suatu bentangalam melainkan terdistribusikan secara sistematis menurut bentangalamnya (Eppes dan Harrison, 1999).

Berbagai penelitian tentang bencana longsorlahan dengan berbagai metode pendekatan seperti: teknik geologi, geofisika, pembaran inti dan geohidrologi, morfometri, mekanika batuan,

analisis stabilitas lereng, dan penginderaan jauh telah banyak dilakukan. Metode yang digunakan ditentukan berdasarkan skala gerakan massa yang terjadi, jumlah dan kemampuan tenaga ahli yang tersedia, perlengkapan/peralatan, dana dan waktu yang akan menentukan ketepatan sasaran yang dicapai. Integrasi analisis DTM dan pedogeomorfik menghasilkan karakter lereng yang rawan longsorlahan secara cepat pada daerah yang cukup luas dengan waktu, biaya dan tenaga yang cepat.

A. Analisis Model Medan Digital dan Pedogeomorfik Bencana Longsorlahan

Model Medan Digital (*Digital Terrain Model/DTM*) sebagai susunan nilai-nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik medan, bertujuan utama menggambarkan ketinggian medan (Doyle, 1989). DTM merupakan titik-titik tinggi dalam bentuk data digital yang nilai pikselnya menunjukkan ketinggian (elevasi) dengan resolusi spasial tertentu. Setiap piksel dalam satu himpunan DTM menunjukkan informasi ketinggian medan sesuai lokasinya. Data DTM dapat diperoleh secara langsung, tak langsung, atau gabungan langsung dan tak langsung (Makarovick, 1976).

Masukan data DTM dibuat berdasarkan data masukan data ketinggian baik dari garis-garis kontur (*isoline*) dan titik ketinggian yang diperoleh dari foto udara stereo, citra stereo, dan garis kontur dan tinggi dari peta topografi. Berdasarkan DTM dapat diturunkan menjadi beberapa model, antara lain: model tiga dimensional (pandangan perspektif medan), peta lereng, peta aspek, peta profil, dan analisis animasi efek bayangan (*hill shading*), dan sebagainya. Setiap piksel dalam satu himpunan data medan digital menunjukkan informasi ketinggian medan sesuai dengan lokasinya. Format data medan digital tersebut memungkinkan untuk dilakukan manipulasi matematis untuk mendapatkan data kemiringan dan arah lereng.

DTM pada umumnya banyak dipergunakan untuk mencari data lereng (slope). Perhitungan lereng pada suatu piksel diperlukan data beda tinggi ke arah sumbu X dan sumbu Y pada piksel tersebut. Penerapan perhitungan beda tinggi ke arah sumbu X dan ke arah sumbu Y atau analisis *neighbourhood* pada data medan digital akan diperoleh dua data baru, yaitu data beda tinggi ke arah sumbu X dan data beda tinggi ke arah sumbu Y. Berdasarkan data beda tinggi tersebut maka dapat dihitung kemiringan lereng pada tiap piksel dari data medan digital. Model pandangan tiga dimensional (perspektif) dengan menunjukkan model medan digital dalam bentuk blok diagram yang menggambarkan konfigurasi permukaan bumi, dapat dilakukan melalui acuan citra komposit SPOT terkoreksi geometrinya. Dalam display 3 dimensi dapat ditentukan pula: sudut pembesaran pengamatan, skala ketinggian, lokasi titik pusat pandangan, lokasi pengamat, jarak pengamat, dan rotasi.

Data lereng merupakan masukan utama dalam penelitian tentang bencana longsorlahan. Proses interpolasi sangat menentukan hasil Data Medan Digital yang selanjutnya diturunkan ke data lereng. Menurut Milne (dalam Gerrard, 1981), katena tanah merupakan banjar tanah yang menurun lereng pada suatu bentanglahan secara berurutan sesuai dengan posisi topografinya. Hasil gawai topografi dalam pelapukan dapat digambarkan dalam suatu hubungan yang ada antara tipe atau tingkat pelapukan dan kondisi lereng dalam suatu urutan atau banjar topografi (*toposekuen*) dari puncak lereng hingga dataran kaki suatu perbukitan/pegunungan (Gerrard, 1981). Jamulya (1987), menyatakan bahwa banjar tanah dapat dibagi menjadi satuan-satuan puncak bukit (*interfluve*), lereng atas (*upper slope*), lereng tengah (*middle slope*), lereng bawah (*lower slope*), sampai ke lantai lembah (*valley floor*).

Hasil pelapukan batuan menghasilkan lapisan lapuk atau regolit, apabila telah mengalami diferensiasi horizon maka lapisan lapuk membentuk profil pelapukan selanjutnya batuan yang melapuk membentuk mineral sekunder yang bervariasi menurut tingkat perkembangannya dan lingkungannya (Summerfield, 1991). Urutan pelapukan mineral lempung di daerah atas cenderung membentuk *kaolinit*, sedang daerah bawah cenderung menghasilkan *montmorillonit* (Gunn, 1974). Pada tanah yang permeabel akan membentuk jenis mineral lempung *kaolinit* dan *haloisit*, sedangkan pada tanah yang berdrainase terhambat atau tanah di daerah kering akan terbentuk jenis *montmorillonit*.

Salah satu konsep dalam geomorfologi adalah proses yang pernah terjadi di masa lampau akan terus berlangsung pada saat ini dan juga pada masa yang akan datang walau dengan intensitas yang berbeda (Thornbury, 1958). Varnes (1984 dalam AGS, 2000) menjelaskan konsep kejadian masa lampau dan masa sekarang merupakan petunjuk di masa mendatang untuk menjelaskan fenomena longsorlahan, yaitu: (1) ada kecenderungan bahwa longsorlahan akan terjadi

dimana longsorlahan itu telah terjadi di masa lampau, dan (2) longsorlahan cenderung akan terjadi pada kondisi geologi, geomorfologi, dan hidrologi yang sama seperti yang terjadi di masa lampau. Huabin, W. et al. (2005) menggunakan prinsip yang telah dikemukakan Hutton (1785) dalam pemetaan bahaya longsorlahan, yaitu *"the past and the present are key to the future"*, bahwa masa lampau dan sekarang adalah kunci untuk masa mendatang. Prinsip tersebut telah digunakan secara luas oleh ilmuwan kebumihan (*geo-scientists*) untuk identifikasi daerah yang rawan bahaya longsorlahan berdasarkan kejadian longsorlahan, dengan asumsi kejadian longsorlahan akan terjadi dibawah faktor yang sama sepanjang daerah kajian.

Integrasi analisis Model Medan Digital dilakukan dengan mengkaji karakteristik lereng yang dihasilkan dengan hasil pengamatan pedogenesis lokasi kejadian longsorlahan aktual pada berbagai karakteristik lerengnya. Beberapa penelitian telah memanfaatkan adanya korelasi yang nyata antara atribut bentanglahan dengan atribut tanah. Perkembangan kemampuan SIG dalam analisis tiga dimensi (3D) memungkinkan data bentanglahan dibuat model seperti *real world*. Hal ini mendorong inventarisasi atribut tanah memanfaatkan teknik penurunan atribut medan melalui analisa Model Medan Digital atau *Digital Elevation Mode/DEM*. Boer, dkk. (1996) telah melakukan penelitian pemetaan kelas kedalaman tanah di daerah kering Mediteranian dengan menggunakan atribut medan yang diturunkan dari DEM resolusi 30 m dengan akurasi yang berbeda pada kondisi litologi yang berbeda. Pemetaan kelas kedalaman tanah pada kondisi litologi yang beragam dilakukan melalui 4 tahapan, yaitu: (1) menyusun *database* yang dikontrol oleh GPS, (2) menggunakan *database* untuk kalibrasi statistik model geomorfologi tanah (*soil-terrain*), (3) validasi model menggunakan metode *cross validation*, dan (4) menggunakan model untuk memetakan kelas kedalaman tanah.

Bruin (1999) telah menggunakan metode yang agak berbeda, menekankan pada tahap klasifikasi medan dengan SIG dengan menggunakan hierarki dalam kedetilan klasifikasi medan. Mapping unit yang dibuat dalam tiga tingkatan (yang terkecil disebut *facet/geomorphological sites*) yang dilakukan dengan menggunakan analisis DEM resolusi 10 m. Kemudian dilakukan korelasi dengan data atribut tanah menggunakan geostatistik sehingga diperoleh *partial-soil landscape model*. Tujuan dari penelitiannya adalah untuk menguji validitas metode pemetaan secara hierarki dalam menurunkan kemungkinan kesalahan (*error probability*) dengan mengetahui tingkat homogenitas dari sifat tanah (ukuran butir tanah) yang dihasilkan.

Untuk mengidentifikasi proses dan hubungan antara pedogeomorfologi dan distribusi spasial karakteristik tanah pada lereng bukit dapat menggunakan *Two-way ANOVA* (Park, S.J. dan Burt, T.P., 2002). Dari hasil penelitian yang pernah dilakukannya memperlihatkan bahwa karakteristik tanah lapisan atas memiliki hubungan dengan karakteristik lereng yang lebih kuat daripada tanah lapisan bawah. Hal tersebut disebabkan oleh proses pedogenesis dan geomorfologi lebih aktif terjadi pada tanah lapisan atas daripada tanah lapisan bawah, distribusi spasial karakteristik tanah ditentukan oleh perbedaan proses pedogenesis pada tempat tersebut serta proses pada lereng.

Menurut Fauzi dan Anna (2005), setelah melalui serangkaian identifikasi masalah yang dibangun dari berbagai pertanyaan penelitian maka sangat penting untuk membangun suatu model. Dalam membangun model setelah identifikasi adalah membangun asumsi-asumsi sehingga ruang lingkup model berada dalam koridor permasalahan yang akan dicari solusi atau jawabannya. Setelah asumsi dibangun, langkah berikutnya adalah membuat konstruksi dari model itu sendiri yang dapat dilakukan melalui hubungan fungsional dengan membuat diagram, alur, maupun persamaan-persamaan matematis. Tahap berikutnya yang cukup krusial dalam membangun model adalah menentukan analisis yang tepat. Inti tahap ini adalah mencari solusi yang sesuai untuk menjawab pertanyaan yang dibangun pada tahap identifikasi. Analisis dilakukan dengan dua cara yaitu melalui optimisasi dan melakukan simulasi. Optimisasi dirancang untuk mencari solusi *"what should happen"* (apa yang seharusnya terjadi), sementara simulasi dirancang untuk mencari solusi *"what would happen"* (apa yang akan terjadi). Tahap selanjutnya adalah melakukan interpretasi atas hasil yang dicapai dalam tahap analisis, apakah masuk akal atau tidak. Tahapan tersebut diperkuat dengan validasi model, yakni melakukan verifikasi atas keabsahan model yang dirancang dengan asumsi yang dibangun sebelumnya.

B. Penutup

Longsorlahan merupakan proses geomorfologi yang beroperasi pada suatu lereng perbukitan atau pegunungan yang cenderung merubah konfigurasi permukaan lahan. Konfigurasi permukaan lahan yang dikenal sebagai bentuklahan mempunyai relief yang khas karena pengaruh

kuat dari struktur kulit bumi dan bekerjanya proses alam pada batuan penyusunnya dalam ruang dan waktu tertentu. Perbedaan resistensi batuan terhadap proses pelapukan akan selalu dicirikan oleh perbedaan relief permukaan bumi.

Pada daerah dengan topografi perbukitan dan pegunungan, lereng merupakan elemen dari bentuklahan yang secara dominan akan menentukan distribusi sifat tanah secara lateral. Pengaruh lereng terhadap morfologi profil tanah adalah karena intensitas proses erosi-deposisi (longsorlahan) dan pedogenesis yang secara umum menentukan kondisi kedalaman tanah. Sebaliknya kejadian longsorlahan dikontrol oleh kondisi bentuklahan (relief) dan bahan penyusun bentuklahan (batuan dan tanah). Relief secara cepat dapat diperoleh dengan analisis Model Medan Digital yang merupakan salah satu unsur pembentuk bentuklahan (*landscape*) utama yang dapat digunakan sebagai satuan kriteria pembatas satuan pemetaan tanah melalui pendekatan geomorfologi.

Kenyataan bahwa relief atau timbunan lebih mudah dikenali dan diukur daripada kenampakan lingkungan lainnya serta memiliki kenampakan yang relatif tetap dimanapun ditemukan. Di samping itu relief berkaitan erat dengan sifat-sifat tanah, karena merupakan salah satu faktor pembentuk tanah. Peranan relief dalam pembentukan tanah meliputi tiga aspek, yaitu: pada proses pedogenesis, geomorfologis, dan drainase. Pada proses pedogenesis berupa pelapukan, pelindian, dan perkembangan tanah. Proses geomorfologis berupa luncuran massa tanah dan atau batuan, erosi dan penggelontoran permukaan (*surface wash*), dan pencucian lateral oleh aliran bawah permukaan (*subsurface flow*), dan pengendapan.

C. Pustaka

- Bergur Sigfusson, Gislason, S., dan Paton, G.I., 2008, Pedogenesis and Weathering Rates of a Histic Andosol in Iceland: Field and Experimental Soil Solution Study, *Geoderma* 144:572-592, www.elsevier.com/locate/geoderma.
- Birkeland, Peter.,W., 1999, *Soils and Geomorphology*, New York: Oxford University Press.
- Bour, M., Barrio, G.D., and Puigdefabregas, J., 1996, Mapping Soil Depth Classes in dry Mediteranian areas Using Terrain Atributes Derived from a Digital Elevation Model, *Geoderma*72: 99-118.
- Bruin, S.D., Wielemaker, W.G., and Moleenar, M., 1999, Formalisation of Soil-Landscape knowledge Through Interactive Hierarchical Disaggregation, *Geoderma* 91: 151-172. www.elsevier.com/locate/geoderma.
- Cooke, R.U. and Dorrkamp, J.C., 1994, *Geomorphology in Environmental Management An Introduction*, Oxford: Clavendon Press.
- Dackombe, R.V. and Gardiner, V., 1983, *Geomorphological Field Manual*, London: Allen Unwin.
- Duun, I.S., Anderson, I.R., dan Kiefer, F.W., 1980, *Fundamental on Geotechnical Analysis*, New York: John Wiley and Sons.
- Gerrard, A.J., 1981, *Soil and Landforms, An Introduction of Geomorphology and Pedology*, London: Department of Geography, University of Birmingham.
- Glade, Thomas, Anderson, M., dan Crozier, M. (ed), 2005, *Landslide Hazard and Risk*, England: John Wiley & Sons.Ltd.
- Hadmoko, D.S., 2007, Toward GIS-based Intergrated Landslide Hazard Assessment: A Critical Overview, *Indonesian Journal of Geography*, 34 (1): 55-77.
- Huabin, W., Gangjun, W., Weiya, X., dan Gonghui, W., 2005, GIS-based Landslide Hazard Assessment: an Overview, *Progress in Physical Geography* 29: 548-567. Edward Arnold (Publishers) Ltd.
- Jamulya, 1996, Kajian Tingkat Pelapukan Batuan Menurut Toposekuen di DAS Tangsi Kabupaten Magelang, *Laporan Penelitian*, Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- Jungerius, P.D. (ed), 1985, *Soil and Geomorphology*, Cremlingen:catena Verlag.
- Kjekstat, Oddvar, 2008, The Chalenges of Landslide Hazard Mitigation in Developing Countries, A *National Training Course on Regional Capacity Enhancement for Landslides Mitigation*

(RECLAIM), Yogyakarta: 23-25 April 2008, Yogyakarta: Graduate Scholl, Gadjah Mada University.

Makarovic, 1976, Digital Terrain Model System, *ITC Journal 1976-I*, International Institute for Aerial Survey and Earth Science, Enschede.

Pusat Penanggulangan Krisis, 2007, *Analisis Kejadian Bencana di Indonesia Tahun 2007*, Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

Sartohadi, J., 2007, Geomorfologi Tanah dan Aplikasinya untuk Pembangunan Nasional, *Orasi Ilmiah Dies natalis ke-44 Fakultas Geografi UGM 01 September 2007*, Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.

Summerfield, M.A., 1991, *Global Geomorphology, An Introduction to The Study of Landform*, Singapore: Longman Singapore Pub.

Thornbury, W.D., 1958, *Principles of Geomorphology*, New York: John Wiley Sons Inc.

Zuidam, R.A. & Zuidam Cancelado, F.I., 1979, *Terrain Analysis and Classification Using Aerial Photographs, A Geomorphological Approach*, Netherland, Enschede: ITC.

**"KAMPOENG TERAPI" APLIKASI PENGINDERAAN JAUH DALAM PERANCANGAN DAN PERENCANAAN PERKAMPUNGAN YANG TERKENDALI DARI ERUPSI MERAPI
(Studi Kasus : Erupsi Merapi 26 November 2010)**

Sarono, Hamim Zaky Hadibasyir, Ridho Kurniawan, Prima Widayani

Program Studi Kartografi dan Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada,
Bulaksumur, Yogyakarta

ABSTRAK

Teknologi penginderaan jauh adalah suatu kegiatan pengamatan obyek atau suatu daerah tanpa melalui kontak langsung dengan obyek tersebut. Definisi tersebut adalah definisi ideal dalam suatu kegiatan pengamatan daerah tertentu yang pada kenyataannya kita selalu membutuhkan data lapangan untuk verifikasi data yang kita hasilkan melalui penginderaan jauh. Pada November 2010 terjadi erupsi Gunung Merapi yang banyak menelan korban dan merusak pemukiman di sekitar Lereng Gunung Merapi. Sehingga relokasi pemukiman korban erupsi Gunung Merapi sangat diperlukan.

Penelitian ini menggunakan citra ASTER yang direkam pada bulan Desember 2010 pasca erupsi Gunung Merapi tanggal 26 November 2010. Citra tersebut digunakan untuk mendapatkan data primer yaitu persebaran material vulkanik akibat erupsi Gunung Merapi. Data kerusakan bangunan dari instansi pemerintah di kombinasikan dengan hasil interpretasi citra ASTER tersebut sehingga menghasilkan data yang lebih akurat. Sedangkan data sekunder berupa peta hasil digitasi peta hidrologi, peta kemiringan lereng dan peta geologi. Dari kedua data tersebut kemudian di overlay, yaitu proses menggabungkan beberapa peta untuk mendapatkan informasi baru yaitu lokasi pemukiman yang aman dari aktivitas Gunung Merapi. Analisis spasial digunakan dalam mengidentifikasi hasil overlay yang kemudian menghasilkan lokasi pemukiman baru yang dijadikan rekomendasi lokasi relokasi.

Hasil penelitian ini menemukan sepuluh titik pemukiman yang aman dari aktivitas Gunung Merapi yaitu Caturharjo, Tambakrejo, Tridadi, Sariharjo, Banyurejo, Pondokrejo, Pendowoharjo, Sumberadi, Salam, Mororejo. Sepuluh lokasi ini berada di Kabupaten Sleman, Yogyakarta berjarak 19-22 Km dari puncak Gunung Merapi, dengan penggunaan lahan sebagian besar adalah sawah, lahan kosong, kebun dan sedikit pemukiman, Memiliki luasan 600 - 800.000 Ha, tingkat kemiringan 10-15 %, dan memiliki sumber daya hidrologi yang cukup untuk kebutuhan sehari-hari. Dari kriteria tersebut sepuluh lokasi hasil penelitian ini sudah layak sebagai lokasi pemukiman baru di kawasan Lereng Gunung Merapi berdasarkan Perda DIY No 2 Tahun 2010 pasal 51 tentang tataruang di kawasan lereng Gunung Merapi.

Kata kunci: Penginderaan Jauh, Erupsi Gunung Merapi, Pemukiman baru

ABSTRACT

Remote sensing Technology is a kind to monitoring a object or a territory without direct contact with that object. This definition is ideal definition for monitoring some territory that in the reality we always need some surveying data for verification what we have got from the remote sensing before. At November 2010 the eruption of Merapi volcano have made more victim and also destroy the people settlement in the slope area of that mountain. Because of that the sattlement relocation is very needed.

This research used ASTER's image that have been recorded at December 2010 after the eruption of Merapi volcano at 26 November 2010. This image used for get the primer data such as speading of vilcanic material because of this eruption. Damage data from the goverment combinated with this interpretation result of this ASTER's image to get more accurate data. Beside that we used secondary data such as map of digitation result of hirologi map, slope map and also geologi map. Furthemore, we overly the both of data that is a process of cominating some map to get some new information about safe sattlement location from Merapi activities. Spacial analysis used to identification overlay result that found out the new sattlement location for recomendation safe relocation.

This research result found out ten safe sattlement place from Merapi activities that is Caturharjo, Tambakrejo, Tridadi, Sariharjo, Pondokrejo, Pendowoharjo, Sumberadi, Salam, and Mororejo. This ten location belong to Sleman regency, Yogyakarta about 19 – 22 Km from Merapi peak with used

most land is farm, free land, garden dan little settlement. The wide of the land is about 800 Ha with have slope average 10 – 15 % and have enough hidrology source for daily. From that cryteria that ten result location of this research is suitable for new sattlement in slope area of Merapi Vulcano by Perda DIY No 2 Tahun 2010 pasal 51 about layout in that slope area of Merapi Vulcano.

Keywords : Remote sensing, Erruption of Merapi Mountain, New sattlement.

PENDAHULUAN

Teknologi penginderaan jauh adalah suatu kegiatan pengamatan obyek atau suatu daerah tanpa melalui kontak langsung dengan obyek tersebut. Definisi tersebut adalah definisi ideal dalam suatu kegiatan pengamatan daerah tertentu yang pada kenyataannya kita selalu membutuhkan data lapangan untuk verifikasi data yang kita hasilkan melalui penginderaan jauh. Tetapi kita dapat mengamati wilayah yang luas dalam waktu yang relatif singkat, sehingga biaya yang kita keluarkan seharusnya lebih murah bila dibandingkan dengan melakukan kegiatan pengamatan secara langsung pada wilayah yang sama.

Pemanfaatan teknologi pengindraan jauh dalam perencanaan suatu tata ruang sudah semakin berkembang dewasa ini. Keunggulan perencanaan ruang dengan teknologi pengindraan jauh terdapat pada areal, waktu, dan biaya. Dengan menggunakan teknologi pengindraan jauh areal yang menjadi obyek perencanaan semakin luas. Dengan teknologi pengindraan jauh seorang *planner* dapat menghemat waktu karena tidak harus survey ke lapangan secara langsung dan biaya yang dibutuhkan untuk survey menjadi lebih murah.

Gunung Merapi terletak pada koordinat 7°32,5'LS dan 110°26,5' BT. Secara administrative termasuk Kab. Sleman, Prop. DI. Yogyakarta, Kab. Magelang, Boyolali, Klaten, Provinsi Jawa Tengah. G. Merapi mempunyai ketinggian 2968 meter dari permukaan air laut (pengukuran tahun 2001), merupakan gunungapi tipe strato dengan kubah lava (Sumber : Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, DESDM). Berdasarkan Perda No 2 Tahun 2010 Pasal 51 telah dijelaskan bahwa “Kawasan rawan letusan Gunung Merapi merupakan kawasan rawan bencana alam” strategi pelaksanaannya diantaranya: Menegakkan aturan untuk mempertahankan fungsi lindung, mengatur penghunian di dalam kawasan untuk keselamatan manusia; dan mengatur kegiatan kehidupan untuk mitigasi bencana.

Sejak awal sejarah letusan Gunung Merapi sudah tercatat bahwa tipe letusannya adalah pertumbuhan kubah lava kemudian gugur dan menghasilkan awanpanas guguran yang dikenal dengan Tipe Merapi (*Merapi Type*). Kejadiannya adalah kubahlava yang tumbuh di puncak dalam suatu waktu karena posisinya tidak stabil atau terdesak oleh magma dari dalam dan runtuh yang diikuti oleh guguran lava pijar. Dalam volume besar akan berubah menjadi awanpanas guguran (*rock avalance*), atau penduduk sekitar Merapi mengenalnya dengan sebutan wedhus gembel, berupa campuran material berukuran debu hingga blok bersuhu tinggi (>700oC) dalam terjangan turbulensi meluncur dengan kecepatan tinggi (100 km/jam) ke dalam lembah. Puncak letusan umumnya berupa penghancuran kubah yang didahului dengan letusan eksplosif disertai awan panas guguran akibat hancurnya kubah. Secara bertahap, akan terbentuk kubahlava yang baru. (Sumber : Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, DESDM).

Pada tanggal 26 November 2010 telah terjadi letusan Gunung Merapi yang menghancurkan permukiman yang ada di sekitar lereng Merapi. Tak sedikit korban yang berjatuhan akibat Erupsi Merapi tersebut. Tak sedikit pula korban yang kehilangan tempat tinggalnya karena terkena terjangan awan panas dan material Gunung Merapi. Sehingga adanya permukiman baru yang aman dan terkendali dari aktivitas Gunung Merapi sangat lah di butuhkan oleh para korban dan penduduk yang ada di sekitar lereng Gunung Merapi.

METODE PENELITIAN

Secara garis besar penelitian ini dibagi menjadi lima tahap, yaitu pertama pengumpulan data (mempersiapkan literatur dan citra ASTER Gunung Merapi terbaru), kedua kerja laboratorium yaitu interpretasi citra ASTER, ketiga pengolahan data hasil interpretasi dan yang keempat adalah uji ketelitian interpretasi dan yang kelima adalah pengambilan keputusan dan pembuatan laporan akhir. Adapun alat dan bahan yang dipakai dalam penelitian ini sebagai berikut:

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- 1) Perangkat Keras
 - a) Komputer

- 2) Perangkat Lunak
 - a) Software ArcGis 9.3
 - b) Software-software pendukung desain grafis

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Citra Aster Gunung Merapi bulan Desember 2010.
- 2) Peta Topografi Kawasan Gunung Merapi
- 3) Peta Potensi Hidrologi Kawasan Gunung Merapi
- 4) Data Erupsi Gunung Merapi sampai tahun 2010
- 5) Data tambahan seperti foto, gambar, teks, dan audio

Tahap Pertama (Pengadaan ASTER dan Studi Literatur)

Pada tahap ini, peneliti mengadakan citra ASTER dan melakukan pencarian data yang berhubungan dengan obyek penelitian, pencarian data yang berhubungan dengan wilayah penelitian diperoleh dari instansi pemerintah daerah yang bersangkutan. Penggunaan studi pustaka dilakukan sebagai acuan dalam proses penelitian yang didapat dari perpustakaan, internet dan jurnal internasional.

Tahap Kedua (Interpretasi Citra ASTER)

Pada tahap ini, peneliti melakukan interpretasi Citra ASTER secara visual maupun digital. Interpretasi secara visual yaitu dengan pengamatan obyek secara langsung dengan kemampuan indera mata, sedangkan interpretasi digital yaitu proses interpretasi citra yang dilakukan dengan komputer (dengan software ArcGis 9.3) Adanya peta-peta morfologi dan persebaran material Erupsi Merapi 26 November 2010 diharapkan mempermudah peneliti dalam proses interpretasi citra.

Tahap Ketiga (Pengolahan Data)

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengolahan data hasil interpretasi baik secara visual maupun digital dengan software ArcGis 9.3, kemudian dari pengolahan data melalui ArcGis 9.3 akan dibuat peta persebaran material erupsi Gunung Merapi, Peta persebaran kerusakan bangunan akibat erupsi Gunung Merapi di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Kemudian peneliti akan membuat peta sekunder yaitu digitasi peta kemiringan lereng, peta hidrologi, dan peta geologi kawasan Gunung Merapi. Peta-peta sekunder ini di jadikan untuk parameter dalam penentuan pemukiman yang layak untuk di huni manusia. Sehingga dapat dijadikan tempat relokasi bagi korban bencana erupsi Gunung Merapi.

Tahap Keempat (Estimasi Tingkat Ketelitian Hasil Interpretasi)

Pengukuran tingkat keakuratan hasil interpretasi dalam penginderaan jauh sangatlah penting untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil penelitian. Estimasi tingkat ketelitian hasil interpretasi dilakukan secara statistik (*random sampling*). Sedangkan uji ketelitian analisis dalam deteksi penggunaan lahan dan penyebarannya antara hasil analisis dan kondisi di lapang digunakan pendekatan '*area sampling accuracy*' berdasarkan stratified random sampling.

Tahap Kelima (Analisis Hasil dan Pengambilan Kesimpulan)

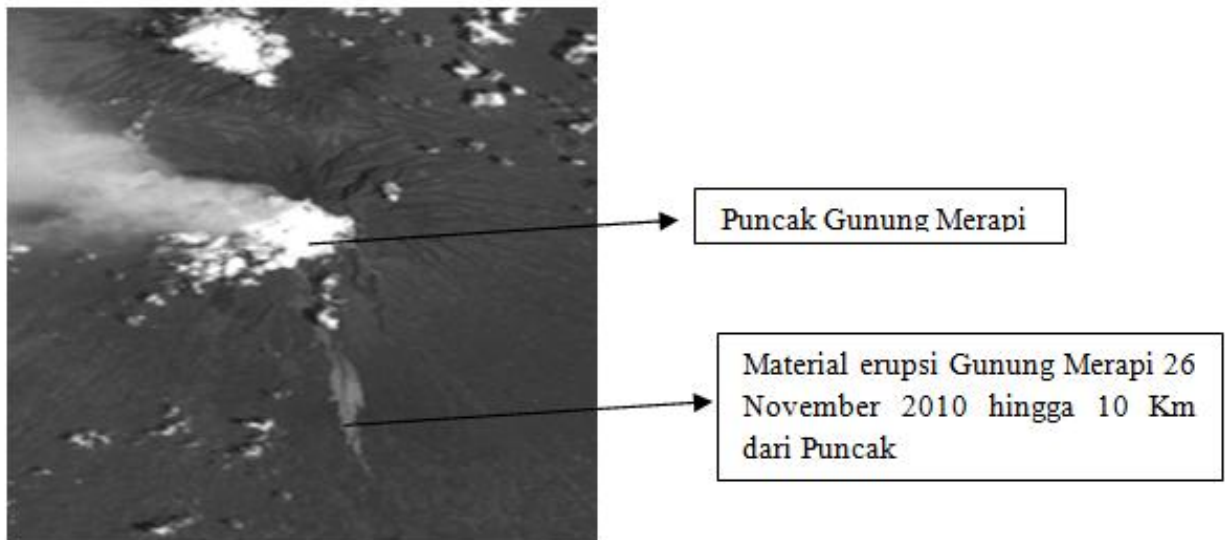
Pada tahap terakhir peneliti menganalisis hasil interpretasi dan desain peta serta hasil desain dan rancangan lokasi pemukiman baru dengan mengacu pada studi literatur dan penelitian sebelumnya yang terkait bidang penginderaan jauh dan perencanaan tata pemukiman untuk membuat suatu kesimpulan. Kesimpulan yang peneliti ambil pada tahap ini diharapkan dapat dijadikan acuan

relokasi korban bencana Erupsi Merapi 26 November 2010. Selain itu kesimpulan yang peneliti ambil pada tahap ini di harapkan dapat menjadi masukan untuk dunia pendidikan khusus nya ilmu pengindraan jauh dan perencanaan wilayah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persebaran Material Erupsi Gunung Merapi

Persebaran material vulkanik Gunung Merapi pasca erupsi tanggal 26 November 2010 terlihat jelas pada citra ASTER yang mempunyai resolusi spasial 15x15 meter. Dengan resolusi ini persebaran material vulkanik Gunung Merapi dapat di petakan dengan jelas. Dari hasil interpretasi diketahui persebaran material tersebut hingga 10 Km dari puncak merapi kearah selatan.



Gambar 2. Persebaran material erupsi Gunung Merapi pasca letusan 26 November 2010 pada citra ASTER

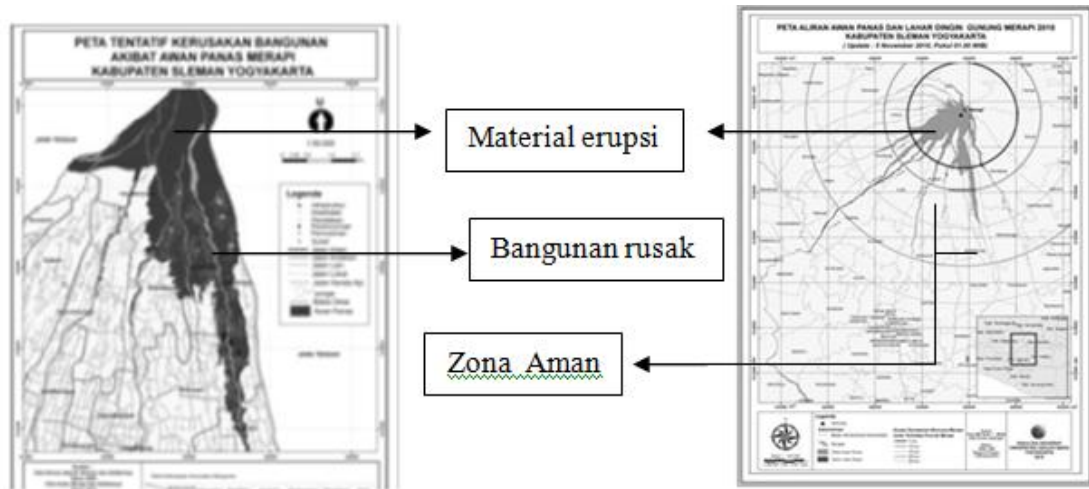
Hasil interpretasi citra ASTER tersebut dapat di kombinasi dengan data administrasi jabupaten Sleman dan data kerusakan bangunan maka dapat di ketahui persebaran pemukiman yang mengalami kerusakan dan memerlukan relokasi / pemukiman yang baru. Dari hasil input data kerusakan bangunan diketahui daerah yang mengalami kerusakan akibat erupsi Gunung Merapi di Kabupaten Sleman, Yogyakarta diantaranya sebagai berikut:

Tabel.1. Persebaran kerusakan bangunan akibat Erupsi Gunung Merapi di Kab. Sleman, Yogyakarta. Sumber : KLMB Fak. Geografi UGM;2010

Desa	Bangunan (Unit)					
	Infrastruktur	Pendidikan	Kesehatan	Perekonomian	Permukiman	Sosial
Hargobinangun	0	0	0	2	53	0
Kepuhharjo	9	3	0	1	712	6
Glagahharjo	5	2	1	3	601	36
Umbulharjo	0	3	0	7	221	4
Wukirsari	0	0	0	29	293	0
Donokerto	0	0	0	0	0	0
Argomulyo	0	0	0	0	139	0
Sindumartani	0	0	0	0	2	0

Hasil input data kerusakan bangunan dapat di buat peta persebaran kerusakan bangunan yang akan di relokasi menuju pemukiman baru, selain itu dapat pula menentukan zonasi bahaya dari

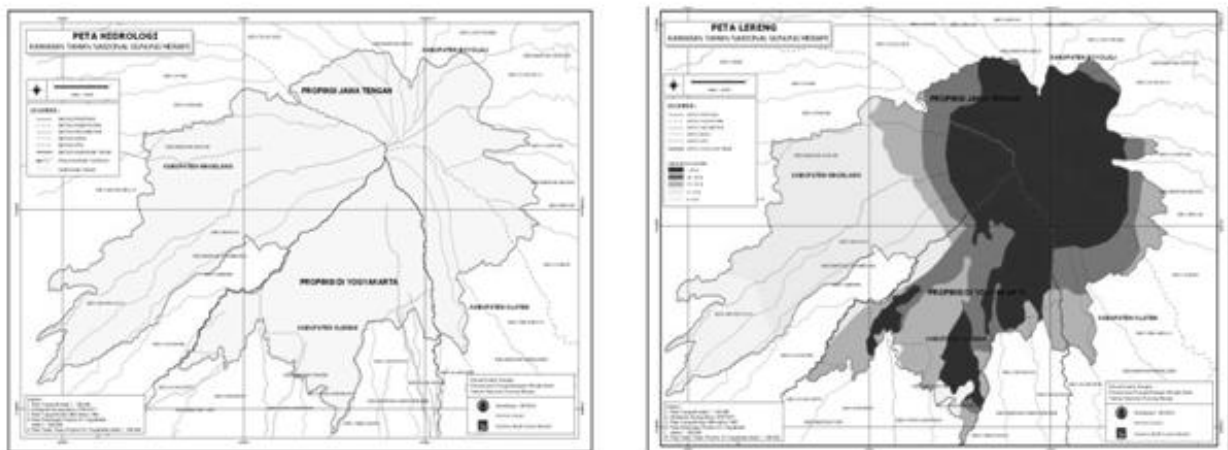
aktivitas Gunung Merapi yang dijadikan acuan dalam menentukan lokasi pemukiman baru dan aman dari aktivitas Gunung Merapi.



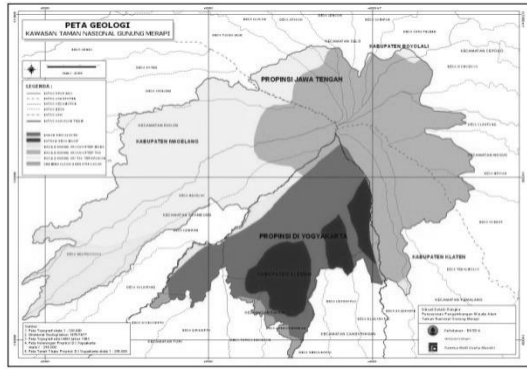
Gambar 3. Peta persebaran kerusakan bangunan akibat erupsi Gunung Merapi (Kiri), Peta zona bahaya Gunung Merapi (Kanan)

Digitasi Peta Sekunder Sebagai Parameter Pemukiman

Digitasi merupakan proses pengkonversian *feature* spasial pada peta ke dalam format digital. Pada tahap ini peta yang dilakukan digitasi adalah Peta Geologi Kawasan Gunung Merapi, Peta Kemiringan Lereng Kawasan Gunung Merapi, Peta Hidrologi Kawasan Lereng Gunung Merapi. Software yang digunakan untuk digitasi adalah ArcGis 9.3. Peta-peta tersebut digunakan sebagai parameter suatu lokasi layak atau tidak dijadikan lokasi pemukiman. Syarat suatu lokasi layak dijadikan lokasi pemukiman apabila memiliki sumber daya alam yang cukup, tanah dapat di olah, sumber hidrologi tercukupi, kemiringan yang landai, memiliki aksesibilitas yang memadai, memungkinkan untuk di huni banyak orang. (Asrul, Azwar. 1979. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*).



Gambar 4. Peta Hidrologi Kawasan Gunung Merapi (Kiri), Peta Kemiringan Lereng Gunung Merapi (Kanan)



Gambar 5. Peta Geologi kawasan Gunung Merapi

Overlay Hasil Interpretasi Citra ASTER Dengan Peta Sekunder

Overlay merupakan proses menggabungkan beberapa peta untuk mendapatkan informasi baru yaitu lokasi pemukiman yang aman dari aktivitas Gunung Merapi. Analisis spasial digunakan dalam mengidentifikasi hasil overlay yang kemudian menghasilkan lokasi pemukiman baru yang dijadikan rekomendasi lokasi relokasi. Proses overlay menggunakan software ArcGis 9.3 dengan menumpang tindihkan Peta Administrasi Kabupaten Sleman, Peta Persebaran Material Vulkanik Merapi, Peta Persebaran Kerusakan Bangunan, Peta Zonasi Bahaya Kawasan Gunung Merapi, dengan Peta Geologi, Hirologi, dan Peta Kemiringan Lereng Kawasan Gunung Merapi. Hasil Overlay berupa peta arahan penggunaan yang didalamnya memuat lokasi-lokasi yang aman untuk relokasi para korban bencana erupsi Gunung Merapi 2010. Dari hasil overlay di peroleh sepuluh lokasi yang aman untuk di jadikan pemukiman baru maupun relokasi. (Tabel 2, Lampiran 1).

Kriteria yang digunakan dalam overlay ini adalah sebagai berikut: Jarak dari puncak >15 km dari puncak Gunung Merapi, Relief relatif landai dengan kemiringan dibawah 15 %, Mempunyai aksesibilitas yang baik minimal jalan setapak dan jalan lokal, Memiliki sumber daya hidrologi yang memadai yaitu dekat dengan sumber mata air atau sungai, Penggunaan lahan berupa sawah, pemukiman, lahan kosong, dan memiliki luasan yang memadai untuk di huni banyak orang baik penambahan penduduk jika penggunaan lahan adalah pemukiman atau memungkinkan dihuni banyak orang jika dijadikan pemukiman baru.

Berdasarkan hasil overlay dengan kreteria tersebut terdapat sepuluh titik yang potensial untuk dijadikan relokasi pasca erupsi Gunung Merapi 26 November 2010. Yaitu Caturharjo, Tambakrejo, Tridadi, Sariharjo, Banyurejo, Pondokrejo, Pendowoharjo, Sumberadi, Salam, Mororejo. Sepuluh lokasi ini berada di Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

Estimasi Tingkat Ketelitian Hasil Interpretasi

Uji ketelitian *Area sampling accuracy*, dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian peneliti dalam mengenali obyek, tutupan lahan maupun luasan area yang dijadikan sampling. Sampel di ambil secara acak terpilih (*stratified random sampling*) peneliti mengambil 5 % atau 5 segmen terpilih (Gallego, 1995 dan Shushil Pradan, 1999). Pengukuran luasan area dilakukan dengan *Global Positioning System (GPS)*. Hasil uji ketelitian dan pengukuran disajikan dalam tabel 3.

Tabel.3. Uji lapangan hasil interpretasi dan analisis citra ASTER sebagai lokasi pemukiman baru untuk relokasi korban erupsi Gunung Merapi.

Desa	Penggunaan Lahan		Luas (Ha)		Penyimpangan		Ketelitian
	Analisis	Lapangan	Analisis	Lapangan	Selisih	%	
Caturharjo	sawah	sawah	883,083	800,083	83,000	9.40	90.60
Tambakrejo	sawah	sawah	288,132	302,132	14,000	4.86	95.14
Tridadi	lahan kosong	sawah	43,584	43,077	507	1.16	98.84
Sariharjo	sawah	sawah	626,055	610,055	16,000	2.56	97.44
Banyurejo	sawah	sawah	523,399	523,700	301	0.06	99.94
Pondok rejo	sawah	sawah	359,387	347,387	12,000	3.34	96.66
Pendowoharjo	sawah	sawah	604,526	607,026	2,500	0.41	99.59

Tabel 3 Lanjutan

Sumber adi	kebun	kebun	67,797	67,007	790	1.17	98.83
Salam	sawah	sawah	519,372	601,372	82,000	15.79	84.21
Mororejo	sawah	sawah	6,260,555	6,245,555	15,000	0.24	99.76
Kesalahan identifikasi		10%					
Akurasi interpretasi		90%	Akurasi total			95.55 %	

Berdasarkan Tabel.3 tersebut nilai keakurasian dari interpretasi citra ASTER yang dilakukan adalah 95,55 %. Menurut Gallego (1995) dan Sushil Pradan (1999) tingkat ketelitian analisis citra satelit untuk deteksi luas areal penggunaan lahan diatas 70% dianggap sudah cukup baik (*acceptable result*). Justru yang penting bukan tingginya angka tingkat ketelitian analisis yang harus dicapai dalam analisis citra, tetapi yang lebih penting adalah hasil dari analisis hasil dari interpretasi sehingga memperoleh hasil penelitian yang dilakukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat sepuluh titik yang potensial untuk dijadikan relokasi pasca erupsi Gunung Merapi 26 November 2010. Yaitu Caturharjo, Tambakrejo, Tridadi, Sariharjo, Banyurejo, Pondokrejo, Pendowoharjo, Sumberadi, Salam, Mororejo. Sepuluh lokasi ini berada di Kabupaten Sleman, Yogyakarta berjarak 19-22 Km dari puncak Gunung Merapi, dengan penggunaan lahan sebagian besar adalah sawah, lahan kosong, kebun dan sedikit pemukiman, Memiliki luasan 600 - 800.000 Ha, tingkat kemiringan 10-15 %, dan memiliki sumber daya hidrology yang cukup untuk kebutuhan sehari-hari. Dari kriteria tersebut sepuluh lokasi hasil penelitian ini sudah layak sebagai lokasi pemukiman baru di kawasan Lereng Gunung Merapi berdasarkan Perda DIY No 2 Tahun 2010 pasal 51.

Berdasar hasil penelitian ini pemerintah diharapkan membantu dalam proses relokasi para korban bencana alam dengan memfasilitasi segala macam keperluan relokasi, seperti hak milik dan sosialisasi kepada korban erupsi Gunung Merapi maupun masyarakat luas dalam upaya penanganan bencana erupsi Gunung Merapi tahun 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Data-data Spasial Erupsi Merapi. 2010.Klinik Lingkungan dan Mitigasi Bencana, Yogyakarta; Fakultas Geografi UGM
- Jensen, John, R. 1996. *Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Prespective, second edition*. New Jersey ; Prantice Hall Upper Saddle River
- LAPAN. 2006. *Pemantauan Peningkatan Aktivitas Gunung Merapi (Tahun 2006) Berdasarkan Citra Satelit Pengindraan Jauh*. Jakarta;Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Pengindraan Jauh
- Lillesand, T.M., and R.W.Keifer. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation. Third Edition*. United States of America ;John Willey & Sons, Inc
- Mas, J.F., and Ramirez. 1996. *Comparison of Landuse Classification Obtain by Visual Interpretation and Digital Image Processing*. ITC Journal 1996: ¾ : 278-283. International Journal of Applied Earth Observation and Geo-information. ITC, PO Box 6, 7500 AA Enschede, the Netherlands.
- Murthy C.S., S. Jouma, P.V.Raju, S. Thiruvengadachari and K.A. Hakeem. 1995. *Paddy Yield Prediction in Bharada Project Command Area Using Remote Sensing Data*. Asia Pasific Remote Sensing Journal. Vol.8.No.1, July 1995, p:79-83
- Peraturan Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta No 2 Tahun 2010 Pasal 51 Tentang Kawasan Gunung Merapi
- Sutanto. 1994. *Pengindraan Jauh jilid Idan II*. Yogyakarta ; Gadjah Mada University Press

ANALISIS ZONA KRITIS PERESAPAN AIR DENGAN PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DI SUB DAS WEDI, KABUPATEN KLATEN

Agus Anggoro Sigit

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta
agussigit@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Sub DAS Wedi wilayah Kabupaten Klaten. Tujuan penelitian ini adalah : (1) mengkaji ketelitian interpretasi foto udara pankromatik hitam putih, skala 1 : 50.000 dalam identifikasi faktor tanah, lereng, penggunaan lahan, kerapatan vegetasi, dan pengelolaan (konservasi) lahan, terkait pengaruhnya terhadap kondisi peresapan air di daerah penelitian; dan (2) menentukan dan menganalisis zona sebaran kekritisian peresapan air di daerah penelitian.

Metode penelitian yang digunakan adalah survey; pengambilan sampel dilakukan secara *stratified sampling*. Pengumpulan data sebagian besar dilakukan melalui ekstraksi citra penginderaan jauh (foto udara) dibantu uji lapangan. Adapun metode analisis yang diterapkan adalah analisis spasial dengan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Hasil penelitian menunjukkan : (1) tingkat ketelitian interpretasi foto udara untuk interpretasi faktor penentu kondisi peresapan air daerah penelitian dapat diterima dengan ketelitian masing-masing faktor sebagai berikut : lereng 89,47 %; tekstur tanah 82,14 %; penggunaan lahan 90,16 %; kerapatan vegetasi 88,89 %; dan konservasi lahan 80,88 %. Hal ini berarti, walaupun tingkat ketelitian yang dicapai belum termasuk kategori sangat teliti, namun foto udara yang bersangkutan masih dapat digunakan untuk keperluan penelitian ini; (2) kondisi kekritisian peresapan air "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 % dan selebihnya peresapan air dalam kondisi baik dan normal. Berdasarkan atas luasan masing-masing kondisi peresapan, terlihat bahwa terdapat hampir seperempat wilayah di daerah penelitian yang benar-benar kritis kondisi peresapan airnya.

Kata Kunci : *Kondisi Peresapan Air, Kritis, Foto Udara, Sistem Informasi Geografis.*

PENGANTAR

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 kebumihuan, 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?

CARA PENELITIAN

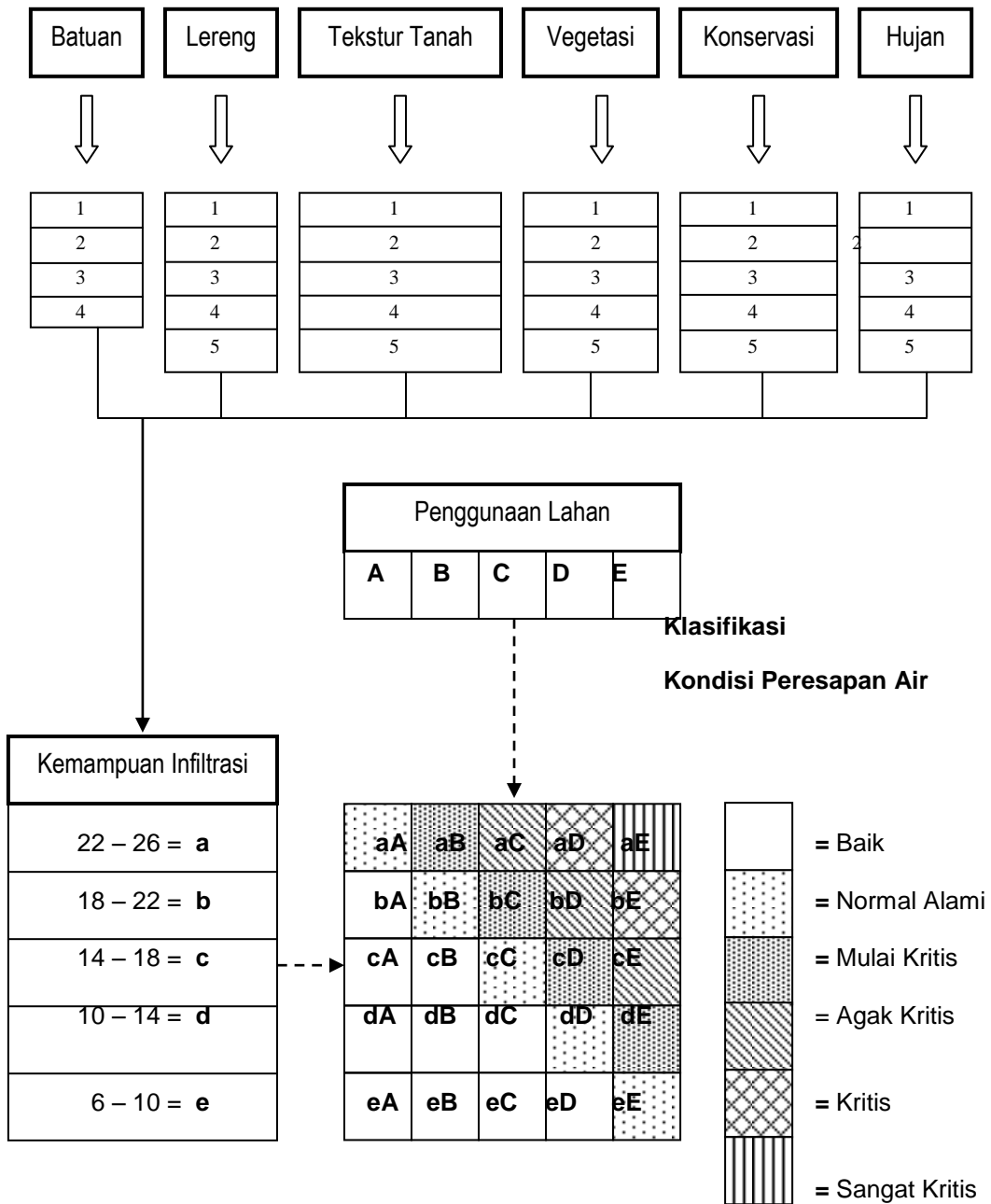
Penelitian ini dilakukan dengan metode interpretasi foto udara dan survei. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik interpretasi foto udara disertai uji/kerja lapangan, kecuali untuk data sekunder. Analisis data dilakukan dengan Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode sampling yang diterapkan 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 :

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

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).



Gambar 1. Model Analisis Kondisi Peresapan Air Daerah Penelitian

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 α dari Verstappen, yaitu :

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

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

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 1)

Tabel 1. 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

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 2 hingga 8.

Tabel 2. Luas hamparan jenis batuan di daerah penelitian

No	Jenis Batuan	Luasan (km ²)	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

Berdasarkan luas sebaran jenis batuan daerah penelitian terlihat, bahwa hampir 96 % lapisan bawah permukaan berupa batuan yang potensial menahan resapan air, yaitu breksi vulkanik, lava dan tuff.

Tabel 3. Tekstur tanah daerah penelitian berikut luas hamparan

Tekstur Tanah	Keterangan	Luasan (km ²)	Persentase (%)
geluh lempungan, lempung pasir	Lambat	5,831	5,33
geluh lempung pasir, geluh pasir	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

Berdasarkan data tanah daerah penelitian, terlihat faktor lahan ini tidak menunjukkan pengaruh yang ekstrim terhadap peresapan air di daerah penelitian. Hal ini ditunjukkan dengan dominasi luas hamparan tekstur dengan infiltrasi sedang.

Tabel 4. Kemiringan lereng daerah penelitian berikut luas hamparan

Kemiringan Lereng (%)	Luasan (km²)	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

Dilihat dari kemiringan lereng daerah penelitian, wilayah dataran dimungkinkan memberikan kontribusi positif dalam peresapan air walaupun tidak sangat menyolok, ditunjukkan dengan luas hamparan yang mendekati 50 % luas wilayah.

Tabel 5. Penggunaan lahan daerah penelitian berikut luas hamparan

Penggunaan Lahan	Luas Hamparan (Km²)	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

Penggunaan lahan di daerah penelitian berdasarkan Tabel 5, didominasi permukiman, sawah irigasi dan kebun campur. Variabel ini tidak termasuk dalam variabel yang dikonversi dalam bentuk harkat, karena lebih berperan sebagai penapis, sehingga dalam konteks peresapan air data ini tidak sama kedudukannya dengan variabel lain.

Tabel 6. Konservasi lahan daerah penelitian berikut luas hamparan

Konservasi Lahan	Luasan (km²)	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

Berdasarkan data kondisi konservasi lahan, data ini kemungkinan memberikan kontribusi yang berimbang terhadap persapan di daerah penelitian yang ditunjukkan dengan luas hamparan lahan berkonservasi baik dan buruk hampir sama besar.

Tabel 7. 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

Berdasarkan data kerapatan vegetasi terlihat, bahwa wilayah dengan tutupan vegetasi lebih dari 50 % mendominasi daerah penelitian (sekitar 64 %). Hal ini berdampak positif terhadap peresapan air.

Tabel 8. Luas hamparan wilayah curah hujan daerah penelitian

No	Curah Hujan Rerata Tahunan (mm)	Luas Hamparan (Km ²)	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

Sebagian besar wilayah di daerah penelitian, relatif rendah curah hujan rerata tahunannya. Hal ini memungkinkan terjadinya penurunan volume air yang meresap ke dalam tanah.

Uji Ketelitian Hasil Interpretasi

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 dan Kondisi Peresapan Air Daerah Penelitian

1. 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 9, sedangkan agihan spasialnya tersaji pada Gambar 2.

Tabel 9. Kemampuan Infiltrasi Daerah Penelitian

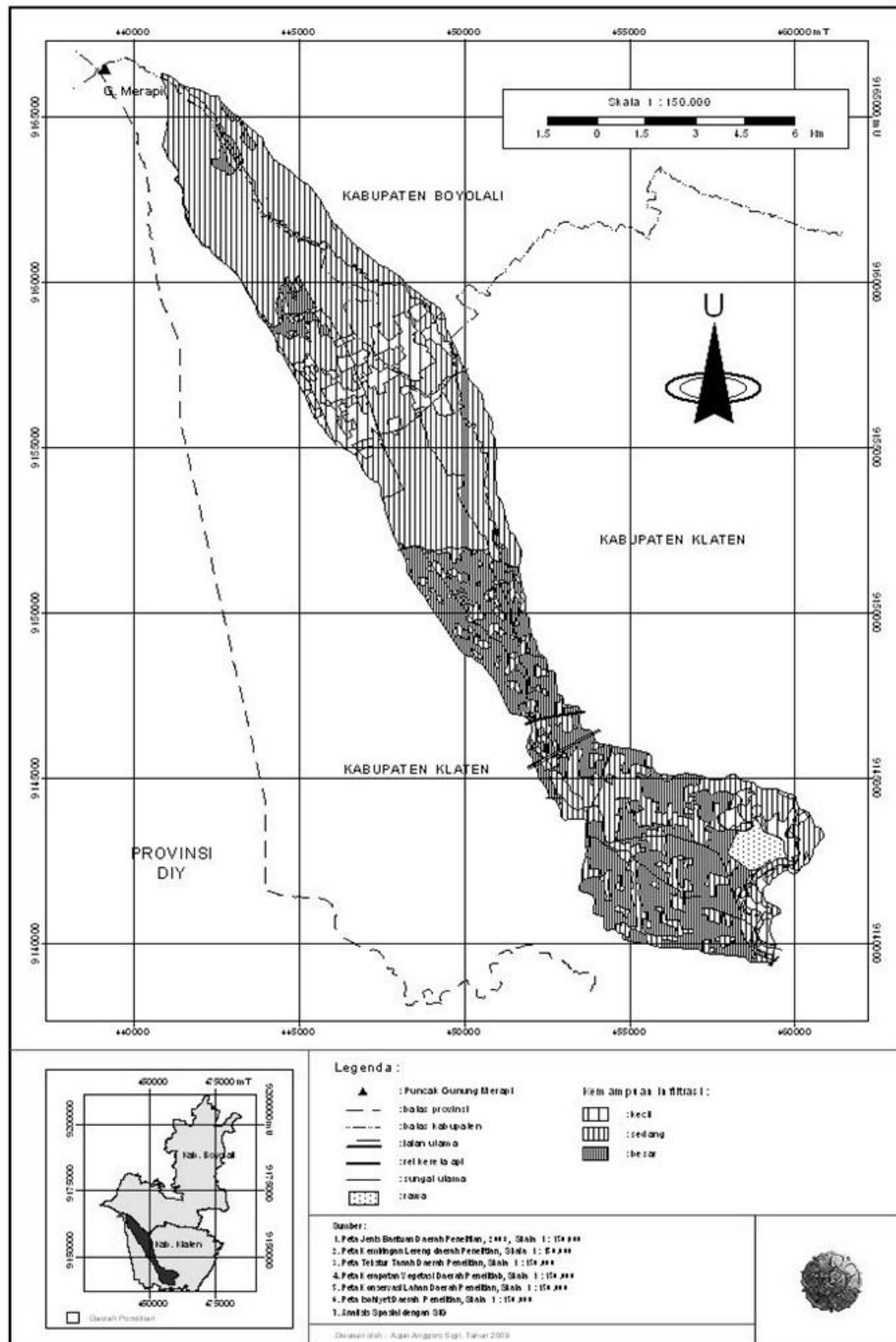
No	Harkat Total	Notasi	Kelas Kemampuan Infiltrasi	Landunit Terliput	Luas (Km ²)	Persentase (%)
1	6 – 9	e	Sangat Kecil	-	-	-
2	10 – 13	d	Kecil	16	9,231	8,45
3	14 – 17	c	Sedang	49	68,454	62,64
4	18 – 21	b	Besar	14	30,012	27,46
5	22 – 26	a	Sangat Besar	-	-	-
6	-	-	-	-	1,589	1,45
Total luas					109,286	100,00

Sumber : Hasil analisis SIG

2. 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 10. Data dalam Tabel 10 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 penggunaannya sesuai dengan kemampuan infiltrasinya

11



Gambar 2. Peta Kemampuan Infiltrasi daerah Penelitian

Tabel 10. Kondisi peresapan air daerah penelitian

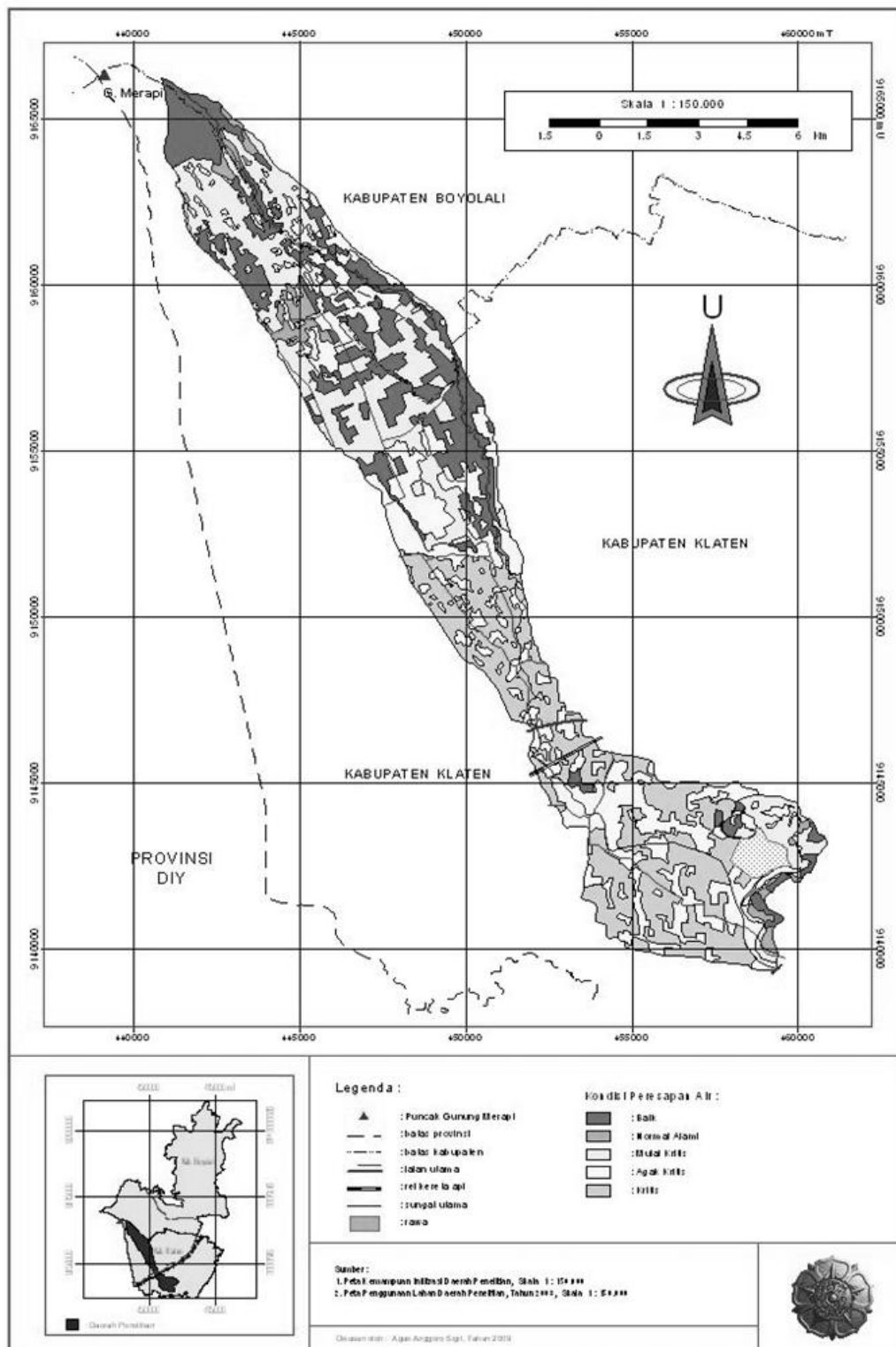
No	Kondisi Peresapan Air	Landunit Terliput	Luas Hampanan (Km ²)	Persentase (%)
1	Baik	14	22,544	20,62
2	Normal Alami	8	3,154	2,89
3	Mulai Kritis	27	25,196	23,06
4	Agak Kritis	24	30,496	27,91
5	Kritis	4	26,307	24,07
6	Sangat Kritis	-	-	-
	no calculate		1,589	1,45
	Total luas		109,286	100,00

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 hampanan 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 Kekritisan Peresapan Air Daerah Penelitian

Persebaran luas tiap kondisi peresapan air di daerah penelitian hampir merata. Namun apabila dicermati, terlihat bahwa hanya sebagian kecil wilayah di daerah penelitian yang memiliki kondisi peresapan air "Baik", yaitu hanya 22,544 km². hanya 20,62 % dari luas total daerah penelitian. Sebanyak 2,89 % wilayah dalam kondisi Normal Alami, artinya kemampuan infiltrasi sesuai dengan tipe penggunaan lahannya. Adapun kondisi peresapan Mulai Kritis hingga Kritis mendominasi daerah penelitian dengan total luas 81,999 km² atau sekitar 75,03 %. Hal ini sekaligus menunjukkan kecenderungan kondisi peresapan air daerah penelitian. Zona Kritis di daerah penelitian menempati area seluas 26,307 km² artinya hampir seperempat wilayah di daerah penelitian benar-benar Kritis kondisi peresapan airnya.



Gambar 3. Peta kondisi Peresapan Air Daerah Penelitian.

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.

KESIMPULAN DAN SARAN

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.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Infiltration_\(hydrology\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Infiltration_(hydrology)). **Infiltration (Hydrology)**.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Discharge_\(hydrology\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Discharge_(hydrology)). **Discharge (Hydrology)**.
- <http://soil.faperta.ugm.ac.id/jitl/7.2%2074-79%20Harjadi.%20Analisis%20Karakteristik.pdf>. **Analisis Karakteristik kondisi Fisik Lahan DAS dengan PJ dan SIG di DAS Benain-Noelmina, NTT.**
- <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/8028/2005dsu.pdf?sequence=2> **Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Ketersediaan Sumberdaya Air.**

<http://www.ebook3000.com>. *Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications.*