

**INTERPRETASI FOTO UDARA INFRAMERAH
UNTUK PEMETAAN TINGKAT BAHAYA EROSI TANAH DI
KECAMATAN WURYANTORO WONOGIRI**

*(Infra Red Aerial photograph Interpretation for soil Erosion
at Wuryantoro, Wonogiri)*

Oleh :

Suharjo, Sugiharto B.S

Pujo Nur Cahyo, Mulyono, Heru Sri Widodo

Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A.Yani Pabelan Kartosuro Tromol Pos I Surakarta 57162, Telp (0271) 717417

Psw 151-153, Fax : (0271) 715448, E-mail: FORUMGEOGRAFI@yahoo.com

ABSTRACT

Collecting data of soil erosion hazard terrestrially needs much time, high cost, and large energy. Therefore it is needed appropriate technology in addition to terrestrially decreasing necessity of time, cost and energy. Aerial photograph is picture of earth surface, which shape and place similar to condition on earth surface. Using aerial photograph in this research is expected to be able to take account for erosion factors. his research is conducted in Kecamatan Wuryantoro Kabupaten Wonogiri. Research method that used is aerial photograph interpretation with landunit approach. Amounts of soil lost are approached with USLE formula. Aerial photograph that used in this research is aerial photograph coloured infrared with 1 : 10.000 in scale and 1991 in year of taking photography. The result shows that using aerial photograph is very useful in supporting soil erosion rate calculation. Erosion rate at research area is 0,0968 ton/ha/year to 100,4344 ton/ha/year. This number is included in class of light erosion hazard (< 200 ton/ha/year) according to soil erosion hazard classification from Dir. Pengairan DPU.

Key words : Aerial photograph, soil erosion

PENDAHULUAN

Erosi merupakan kejadian alami yang berlangsung sejak bumi ini terbentuk. Erosi air merupakan kegiatan dispersi dan pengangkutan tanah oleh air yang mengalir di permukaan (Morgan, 1979).

Pengetahuan tentang bahaya erosi

tanah sangat penting untuk mengetahui karakter daerah yang digunakan dalam berbagai keperluan di masa mendatang. Faktor-faktor yang mempengaruhi bahaya erosi tanah berupa: erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang lereng, kemiringan lereng, vegetasi, dan pengelolaan lahan.

Pengumpulan data bahaya erosi tanah secara teristrial memerlukan waktu, biaya, dan tenaga yang besar. Cara yang telah lazim dipakai untuk pengumpulan data bahaya erosi tanah adalah dengan menganalisis Peta Topografi. Foto udara merupakan model permukaan bumi lengkap ujud dan letaknya mirip dengan ujud dan letaknya di permukaan bumi.

Salah satu manfaat dari foto udara adalah mampu mengidentifikasi sebagian faktor bahaya erosi tanah. Dalam penelitian ini kecamatan Wuryantoro kabupaten Wonogiri dipilih sebagai daerah penelitian, karena kelengkapan foto udara yang ada serta adanya proses erosi yang terjadi di daerah tersebut. Berdasarkan alasan di atas, penulis tertarik untuk mengadakan penelitian laju erosi tanah dengan teknik penginderaan jauh. Teknik penginderaan jauh digunakan sebagai alat memperoleh sebagian data faktor-faktor yang mempengaruhi bahaya erosi tanah (R,K,L,S,C,dan P) dengan mengurangi kerja lapangan.

Berdasarkan permasalahan di daerah penelitian, yaitu terjadinya bahaya erosi tanah, maka dapat dirumuskan masalah penelitian yaitu:

1. Dapatkah citra Penginderaan Jauh digunakan untuk studi bahaya erosi tanah?, dan
2. Seberapa besar bahaya erosi tanah yang terjadi di daerah penelitian melalui interpretasi foto udara?.

Beberapa penelitian tentang interpretasi foto udara yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Direktorat Pengairan Departemen Pekerjaan Umum (1982) mengadakan penelitian erosi tanah dengan judul *Pengukuran Perencanaan dan Penelitian Erosi/Sedimentasi di Catchment Area Waduk Wonogiri*. Tujuan penelitian ini mengidentifikasi faktor-faktor stimulator timbulnya erosi di daerah penelitian, memperkirakan besar sedimen yang terangkut oleh anak-anak Sungai Bengawan Solo Hulu, dan membuat rekomendasi teknik konservasi air dan tanah.

Metode yang digunakan adalah metode kenampakan erosi tanah, sehingga hampir semua faktor bahaya erosi tanah diukur di lapangan. Bahaya erosi dibedakan menjadi 2, bahaya erosi tanah potensial dan bahaya erosi tanah aktual. Hasil akhir penelitian adalah diketahuinya laju sedimentasi, bahaya erosi tanah potensil, bahaya erosi tanah aktual serta rekomendasi penggunaan lahan, dan pengawetan tanah di daerah penelitian.

Tukidal Yulianto (1984) melakukan penelitian *Bahaya Erosi Tanah di Daerah Kudus Jawa Tengah*. Tujuan penelitian ini menjelaskan dan menunjukkan peranan foto udara inframerah berwarna semu skala 1 : 30.000 untuk pemetaan bahaya erosi tanah di daerah penelitian. Untuk membuat rekomendasi tentang cara-cara pencegahan erosi tanah di daerah

penelitian dilakukan penelitian kesesuaian lahan. Parameter kualitas lahan yang digunakan adalah kedalaman tanah, kesuburan tanah, kelembaban tanah, kerentanan erosi, lereng, dan perkiraan hasil panen. Hasil penelitian erosi tanah dikombinasikan dengan hasil penelitian kesesuaian lahan. Kombinasi kedua hasil penelitian tersebut dijadikan dasar untuk membuat rekomendasi dan prioritas konservasi tanah di daerah penelitian.

Supriyo Ambar dan Achmad Syafrudin (1979) mengadakan penelitian *Bahaya Erosi Tanah di Daerah Atas dari DAM Jatiluhur Jawa Barat*. Tujuan penelitiannya adalah memetakan tingkat bahaya erosi tanah di daerah penelitian yang meliputi bahaya erosi tanah potensial dan bahaya erosi tanah aktual. Kedua peta dijadikan dasar untuk evaluasi campur tangan manusia dalam mengelola tanah, bersifat memperbaiki atau merusak tanah. Kesimpulan yang didapat ternyata pengaruh manusia lebih banyak bersifat merusak tanah.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan umum dalam penelitian ini adalah mempelajari bahaya erosi tanah, sedangkan tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui peranan foto udara dalam studi bahaya erosi tanah; dan
2. Mengetahui besar dan agihan erosi tanah di daerah penelitian.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dengan melakukan penelitian ini diharapkan mampu menambah pengetahuan bagi peneliti khususnya dalam studi geografi.
2. Memberikan sumbangan data dan informasi tentang besarnya erosi untuk pertimbangan pengelolaan tanah dan pengendalian erosi tanah di daerah kecamatan Wuryantoro.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah interpretasi foto udara dengan pendekatan satuan lahan, pengujian lapangan, serta menggunakan data bantu. Satuan lahan digunakan sebagai satuan pemetaan karena parameter-parameter satuan medan sebagian merupakan faktor-faktor bahaya erosi tanah. Parameter-parameter tersebut berupa relief, penggunaan lahan dan keadaan vegetasi, litologi (mempengaruhi jenis tanah dan erodibilitasnya), dan proses erosi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

-Unit Lahan

Unit lahan digunakan sebagai satuan perhitungan laju erosi yang terjadi. Peta unit lahan dibuat dengan menumpangsusunkan peta bentuklahan, peta kemiringan lereng, dan peta penggunaan lahan. Peta unit lahan

merupakan hasil tumpang tindih, satuan yang dihasilkan banyak berukuran sangat kecil. Dengan demikian, legenda unit lahan yang meliputi ketiga aspek tersebut termuat.

Erosivitas Hujan

Nilai faktor erosivitas hujan Kecamatan Wuryantoro diperhitungkan berdasarkan curah hujan rerata bulanan selama 10 tahun terakhir, dari tahun 1989 sampai tahun 1998 di stasiun penakar hujan yang terletak di Wuryantoro, Eromoko, Manyaran, dan Selogiri.

Tabel 1 dapat terlihat bahwa erosivitas hujan tertinggi sebesar 1168,9 cm terjadi di wilayah Wuryantoro. Erosivitas hujan terendah terdapat di wilayah Eromoko sebesar 1510,8 cm. Terdapat kecenderungan yang meningkat dari nilai erosivitas hujan. Ini sejalan dengan bertambahnya elevasi atau ketinggian suatu daerah.

Erodibilitas

Kecamatan Wuryantoro mempunyai beberapa jenis tanah, yaitu Litosol, Kompleks Regosol dan

Grumusol, dan jenis tanah Grumusol. Dari ketiga jenis tanah yang ada di Kecamatan Wuryantoro, semuanya dicek, baik kandungan bahan organiknya, struktur, drainase, pH maupun kandungan Ca tanahnya. Data jenis tanah dan indeks erodibilitas tanah disajikan dalam Tabel 2.

Kemiringan Lereng

Kecamatan Wuryantoro sebagian besar mempunyai klas kemiringan lereng klas 2, dengan jumlah areal sebesar 2547,4 ha atau sebesar 35% dari total luas keseluruhan.

Pengaruh kemiringan lereng terhadap erosi di suatu daerah sangat besar. Semakin besar kemiringan lereng, semakin besar pula menyumbang nilai erosi yang terjadi. Cara mengurangi nilai erosi pada kelerengan terjal diperlukan perlakuan-perlakuan baik perlakuan teknis maupun kultur. Jumlah klas kelerengan dan indeks panjang lerengnya, disajikan dalam tabel 3 berikut :

Hasil perhitungan dari beberapa satuan lahan yang dihitung melalui foto udara dengan rumus paralak meter

Tabel 1 : Nilai Indeks Erosivitas Hujan Di Tiap Stasiun

No	Nama stasiun	Jumlah curah hujan tahunan rerata (mm)	Nilai erosivitas hujan (cm)
1.	Wuryantoro	1727,4	1168,9
2.	Eromoko	1559,1	1510,8
3.	Manyaran	1945,5	1395,6
4.	Selogiri	1945,5	1395,6

Sumber data : Hasil perhitungan data curah hujan

Tabel 2. Jenis Tanah dan Indeks Erodibilitas Tanah

No	Jenis Tanah	Luas (ha)	Simbol	Indeks erodibilitas
1.	Litosol	288,43	Li	0,185
2.	Kompleks Regosol dan Grumusol	2504,30	KrgGr	0,220
3.	Grumusol	4469,42	Gr	0,365

Sumber : Data sekunder

diperoleh klas kemiringan lereng seperti pada tabel 4.

Penggunaan Lahan

Berdasarkan analisis terhadap unsur-unsur interpretasi citra, bentuk penggunaan lahan mudah diidentifikasi dari foto udara dengan mengenali penutup lahannya.

Konservasi Tanah

Kegiatan konservasi tanah di daerah penelitian pada umumnya telah dilakukan walaupun belum sempurna. Misalnya pada daerah tegalan, kegiatan konservasinya telah dilakukan dengan membuat teras-teras pada lahan tersebut. Untuk daerah sawah, petak-petaknya juga

Tabel 3. Luas Klas Kelerengan Dan Faktor Indeks Panjang Lereng

KLAS	Kemiringan lereng (%)	Luas (ha)	Penilaian
I	0 - 8	2380	0,4
II	9 - 15	2590	1,4
III	16 - 25	1900	3,1
IV	26 - 40	530	6,8
V	>40	0	9,5

Sumber : Hasil perhitungan dan data sekunder

Tabel 4. Satuan Lahan dan Klas Lereng dari Interpretasi foto udara

Satuan lahan	F	d	PA	Ap	Ctg S	Klas
F ₁ I Rg P	5	20	5	10	3,125	I
K ₂ II Rg Tg	5	20	0,5	20	9,010	II
D ₂ III Rg Tg	5	20	0,3	10	16,60	III
D ₁ IV Rg H	5	10	0,1	50	26,30	IV

Sumber : Hasil perhitungan interpretasi foto udara

Tabel 5. Identifikasi Penggunaan Lahan melalui Foto Udara Dan Orientasi Lapangan

Kenampakan di lapangan	Kenampakan pada Foto Udara
Sawah	Warna bervariasi dari kuning hingga merah (gelap) tergantung jenis umur tanamannya, polanya petak-petak teratur, bentuk segi empat, tekstur lebih seragam daripada tegal, dan terdapat saluran irigasi
Tegal	Warna putih hingga merah, pola petak-petak teratur, ukuran petaknya lebih luas daripada sawah, dan letaknya lebih tinggi dari saluran irigasi
Permukiman	Warna merah titik hitam, bentuk tidak teratur, letak di sepanjang jalan, tekstur kasar, ada bayangan yang menunjukkan ketinggian dari bangunan, dan terdapat rumah/bangunan dan jaringan jalan
Sungai	Warna biru cerah, ukurannya bervariasi sempit dan agak lebar, bentuknya memanjang dan berkelok-kelok, dan letaknya rendah
Hutan	Tanaman warna merah hingga gelap, bentuknya tidak teratur-sampai teratur (Perhutani), tekstur agak kasar, dan ukuran seragam

Sumber : Interpretasi foto udara dan cek lapangan

sudah diberi guludan sehingga pada waktu hujan nanti, airnya bisa menggenang untuk kemudian bisa ditanami padi. Pada daerah hutan, baik hutan negara maupun hutan rakyat, yang berada pada kelerengn sekitar klas III, kegiatan konservasinya hanya penanaman tanaman tahunan saja dengan tingkat kerapatan tinggi. Ada juga sebagian kecil tingkat kerapatan tanamannya masih perlu ditigkatkan. Berikut disajikan tabel 6 berupa penggunaan lahan serta indeks perhitungannya.

Tingkat Erosi

Memperkirakan besar kehilangan tanah didekati dengan formula USLE. Formula tersebut adalah sebagai berikut :

$$Aa = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Aa : Kehilangan tanah aktual (ton/ha/th)

R : Erosivitas hujan (ton/ha/th)

K : Erodibilitas tanah

L : Panjang lereng (meter)

S : Kemiringan lereng (%)

C : Pengelolaan tanaman

P : Pengelolaan lahan

Tabel 6. Penggunaan Lahan Dan Nilai Cp

Penggunaan Lahan	Simbol	Nilai CP
Sawah	S	0,013
Tegal	Tg	0,056
Permukiman	P	0,030
Hutan	H	0,001

Data sekunder : Laporan Akhir Pendidikan, Suharinto 1997

Tabel 7. Unit Lahan dan Perhitungan Laju Erosi

No.	Bentuk Lahan	Klas Lereng	Pengg. Lahan	Nilai R	Nilai K	Nilai LS	Nilai CP	Nilai Erosi (ton/ha/th)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	D1	IV	H	1200	0,22	6,8	0,001	1,7952
2.	D1	IV	P	1200	0,22	6,8	0,030	53,8560
3.	D2	III	S	1200	0,22	3,1	0,013	10,6392
4.	D2	III	Tg	1200	0,22	3,1	0,056	45,8304
5.	D1	IV	Tg	1200	0,22	6,8	0,056	100,5312
6.	F1	I	S	1200	0,22	0,4	0,013	1,3728
7.	D2	III	Tg	1200	0,36	3,1	0,056	74,9952
8.	D2	III	S	1200	0,36	3,1	0,013	17,4096
9.	D2	III	P	1200	0,36	3,1	0,030	40,1760
10.	K1	II	Tg	1200	0,36	1,4	0,056	33,8688
11.	F1	I	P	1200	0,36	0,4	0,030	5,1840
12.	F1	I	S	1200	0,36	0,4	0,013	2,2464
13.	K2	II	S	1200	0,36	1,4	0,013	7,8624
14.	K2	II	P	1200	0,36	1,4	0,030	18,1440
15.	K1	II	P	1200	0,36	1,4	0,030	18,1440
16.	K2	II	Tg	1200	0,36	1,4	0,056	33,8688
17.	F1	I	P	1200	0,36	1,4	0,030	18,1440
18.	F1	I	Tg	1200	0,36	0,4	0,056	9,6768
19.	D2	II	Tg	1250	0,22	1,4	0,056	21,5600
20.	F1	I	Tg	1250	0,36	1,4	0,056	35,2800
21.	K2	II	P	1150	0,22	1,4	0,030	10,8260
22.	K2	II	Tg	1100	0,22	1,4	0,056	18,9728
23.	K2	I	S	1100	0,22	0,4	0,013	1,2584
24.	K2	I	Tg	1100	0,22	0,4	0,056	5,4208
25.	F1	I	S	1100	0,22	0,4	0,013	1,2584
26.	F1	I	Tg	1100	0,22	0,4	0,056	5,4208
27.	F1	I	P	1100	0,22	0,4	0,030	2,9040
28.	F1	I	H	1100	0,22	0,4	0,001	0,0968
29.	D3	II	P	1300	0,18	1,4	0,030	9,8280
30.	D3	II	S	1300	0,18	1,4	0,013	4,2588
31.	K1	II	Tg	1300	0,36	1,4	0,056	36,6912
32.	K1	II	S	1300	0,36	1,4	0,013	8,5160
33.	D2	II	P	1300	0,36	1,4	0,030	19,6560
34.	D2	II	Tg	1300	0,22	1,4	0,056	22,4224
35.	F1	I	S	1350	0,36	0,4	0,013	2,5272
36.	D2	III	P	1350	0,36	3,1	0,030	50,2200
37.	D2	III	P	1400	0,36	3,1	0,030	46,8720
38.	D2	III	Tg	1400	0,36	3,1	0,056	87,4944
39.	F1	I	H	1400	0,36	0,4	0,001	0,2016
40.	F1	I	P	1400	0,36	0,4	0,030	6,0480

Sumber : Data Primer

Tabel 8. Klasifikasi Klas Erosi

Klas Laju Erosi Tanah	Kehilangan Tanah
Klas laju erosi I	0,0968 - 33,5749 ton/ha/th
Klas laju erosi II	33,5749 - 67,0530 ton/ha/th
Klas laju erosi III	67,0530 - 100,4344 ton/ha/th
Klas laju erosi IV	> 100,4344 ton/ha/th

Sumber : Hasil perhitungan lapangan dan interpretasi foto udara

Tabel 7 menyajikan satuan unit lahan, bentuk lahan, klas kelerengan, penggunaan lahan, nilai erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang lereng, pertanaman, konservasi tanah, dan perhitungan laju erosinya.

Tanah Hilang

Dari perhitungan, jumlah erosi yang terjadi dapat diketahui dengan parameter-parameter R, K, LS, CP. Menurut klasifikasi bahaya erosi tanah dari Dir. Pengairan DPU dalam tabel 3, daerah penelitian termasuk dalam klas bahaya erosi ringan (< 200 ton/ha/th). Besarnya kehilangan tanah dari perhitungan terendah sebesar 0,0968 ton/ha/th sampai tertinggi 100,4344 ton/ha/th, termasuk dalam klas rendah.

Klasifikasi tersebut di atas ternyata kurang tepat untuk membedakan tingkat erosi dalam daerah penelitian karena hanya dalam satu klas saja yaitu klas I. Pertimbangan tersebut menjadi dasar. Peneliti, kemudian membuat klas erosi. Caranya pengurangan laju erosi maksimal dikurangi laju erosi minimal dibagi dengan jumlah klas (lihat Tabel 8):

Setiap klas laju erosi tanah yang mempunyai kehilangan tanah dengan kisaran sama, hasilnya kemudian dijumlahkan. Hasil penjumlahan semua kehilangan tanah dapat menggambarkan kehilangan tanah di masing-masing klas laju erosi tanah.

Tabel 9. Klasifikasi laju erosi aktual

Klas Laju Erosi	Jumlah tanah hilang (A) (Ton/ha/th)
I	251,7944
II	376,6632
III	162,4896
IV	100,4344

Sumber : Hasil perhitungan lapangan dan interpretasi foto udara

KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis dengan foto udara dapat dijadikan metode yang paling menghemat waktu, biaya, dan tenaga. Hal tersebut dikarenakan tidak memerlukan data lapangan yang banyak sebab dari kenampakan objek di foto udara telah mewakili objek di lapangan, persis seperti aslinya. Tingkat kebenaran dari analisis data melalui foto udara rata-rata 90% dari beberapa analisis. Hal tersebut menunjukkan keakuratan data foto udara dengan interpreter yang baik pula.

Melalui analisis data parameter-parameter erosi dengan foto udara dan metode perkalian parameter-parameternya, diperoleh kesimpulan bahwa :

1. Laju erosi tanah aktual terbesar (antara 33,5749 – 67,0530 ton/ha/th) terjadi di Kecamatan Wuryantoro pada lokasi dengan jumlah tanah hilang paling besar yaitu 376,6632 ton/ha/th.
2. Laju erosi tanah aktual terendah (> 100,4344 ton/ha/th) dengan jumlah tanah sebesar 100,4344 ton/ha/th.

Semakin besar laju erosi yang terjadi di daerah penelitian, semakin besar pula bahaya erosi yang ada di daerah tersebut. Oleh karena itu maka disarankan :

Sebagian besar lahan di kecamatan Wuryantoro dipergunakan untuk pertanian meskipun hasilnya kurang optimal. Diharapkan dengan konservasi tanah yang baik akan dapat ditingkatkan hasil pertaniannya, terutama di lokasi sekitar pasang surut waduk, sebab di lokasi tersebut diuntungkan karena kesuburannya.

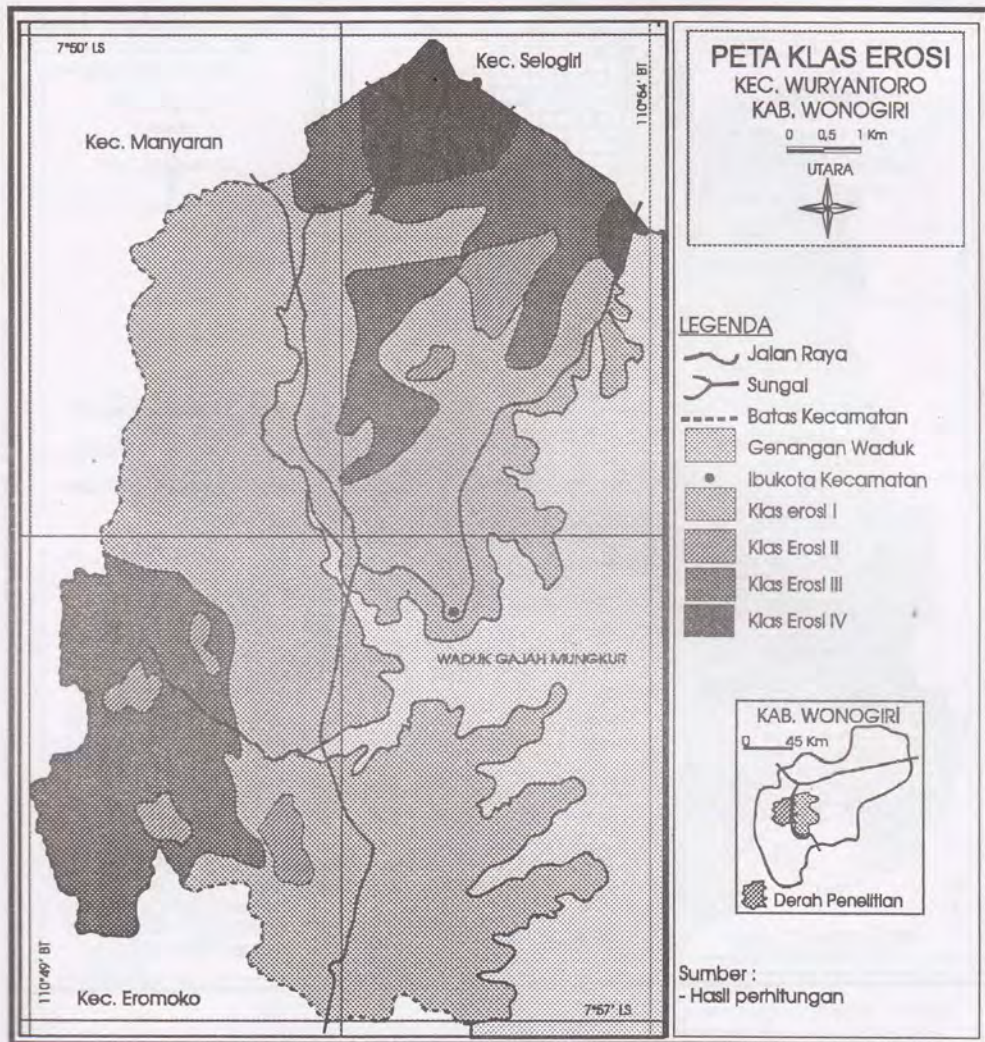
Diperlukan adanya konservasi tanah yang baik, walaupun di daerah penelitian yaitu Kecamatan Wuryantoro besarnya tingkat erosi tidak begitu besar. Konservasi tanah dapat berupa:

1. Memperbaiki dan menjaga tanah agar tahan terhadap penghancuran dan pengangkutan, serta lebih besar daya menyerap airnya.
2. Menutup tanah dengan tanaman atau sisa-sisa tumbuhan agar terlindung dari pukulan langsung butir hujan yang jatuh.
3. Mengatur aliran permukaan sehingga mengalir dengan kekuatannya yang tidak merusak.

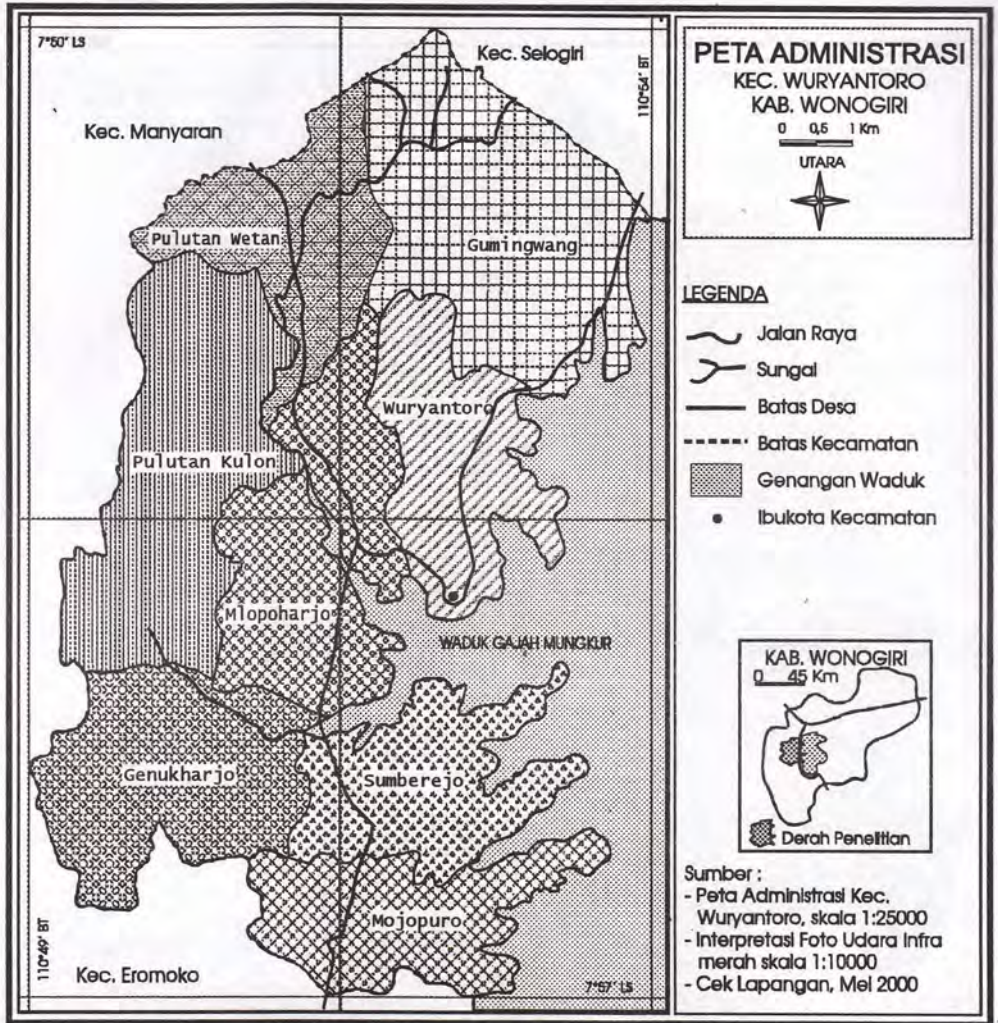
DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989, *Konservasi Tanah dan Air*, Bogor : IPB-Press
- Bergsma, E., 1985, Development of Soil Erodibility Evaluation by Simple Test, ITC, Journal vol.4
- Bintarto dan Surastopo, 1979, *Metode Analisa Geografi*, Jakarta, LP3ES
- Direktorat Pengairan – DPU, 1982, *Pengukuran Perencanaan dan Penelitian Erosi/ Sedimentasi di Catchment Area Waduk Wonogiri*, Surakarta : Direktorat Pengairan-DPU
- Morgan, R.P.C., 1979, *Soil Erosion*, London : Longman
- Muslim, A. 1997, Erodibilitas Tanah di Daerah Kec. Weru Kab. Sukoharjo Jawa Tengah, *Skripsi Sarjana*, Surakarta : UMS
- Paine, P.D., 1981, *Foto Udara dan Penafsiran Citra Untuk Pengelolaan Sumber Daya*, Yogyakarta : Gadjah Mada University-Press
- Satriya Wardana, 1987, Pemanfaatan Foto Udara Untuk Penelitian Bahaya Erosi Tanah di Daerah Aliran Sungai Tirtomoyo Hulu Kab. Wonogiri Prop. Jawa Tengah, *Skripsi Sarjana*, Yogyakarta : Fak. UGM
- Sigit PD, 1987, Penggunaan Foto Udara untuk Inventarisasi Lahan Kritis di Sebagian DAS Keduang Hulu Kabupaten Wonogiri Jawa Tengah, *Skripsi Sarjana*, Yogyakarta : UGM
- Suharinto, 1997, Estimasi Laju Erosi dengan Metode USLE Melalui Pendekatan Foto Udara dan GIS Sub DAS Serang Hulu, *Laporan Akhir Pendidikan*, Yogyakarta : Puspics UGM-BAKOSURTANAL
- Supriyo Ambar dan Achmad Syafrudin, 1979. *Bahaya Erosi Tanah di Daerah Atas dari DAM Jatiluhur Jawa Barat*. Yogyakarta : Puspics UGM
- Sutanto, 1979, *Pengetahuan Dasar Interpretasi Citra*, Yogyakarta : Gadjah Mada University-Press
- Sutanto, 1986, *Penginderaan Jauh Jilid I*, Yogyakarta : Gadjah Mada University-Press
- Sutanto, 1983, *Pengetahuan Dasar Fotogrametri*, Yogyakarta, : Gadjah Mada University-Press
- Tukidal Yulianto, 1982, Pengukuran Perencanaan dan Penelitian Erosi/ Sedimentasi di Catchment Area Waduk Wonogiri, *Skripsi Sarjana*, Yogyakarta : UGM
- Van Zuidam, R.A. 1983. *Guide to Geomorphological Areal Photographic Interpretation and Mapping*, Enschede : ITC, Netherland
- Verstappen, H, 1977, *Remote Sensing in Geomorphology*, Amsterdam : Eisevier

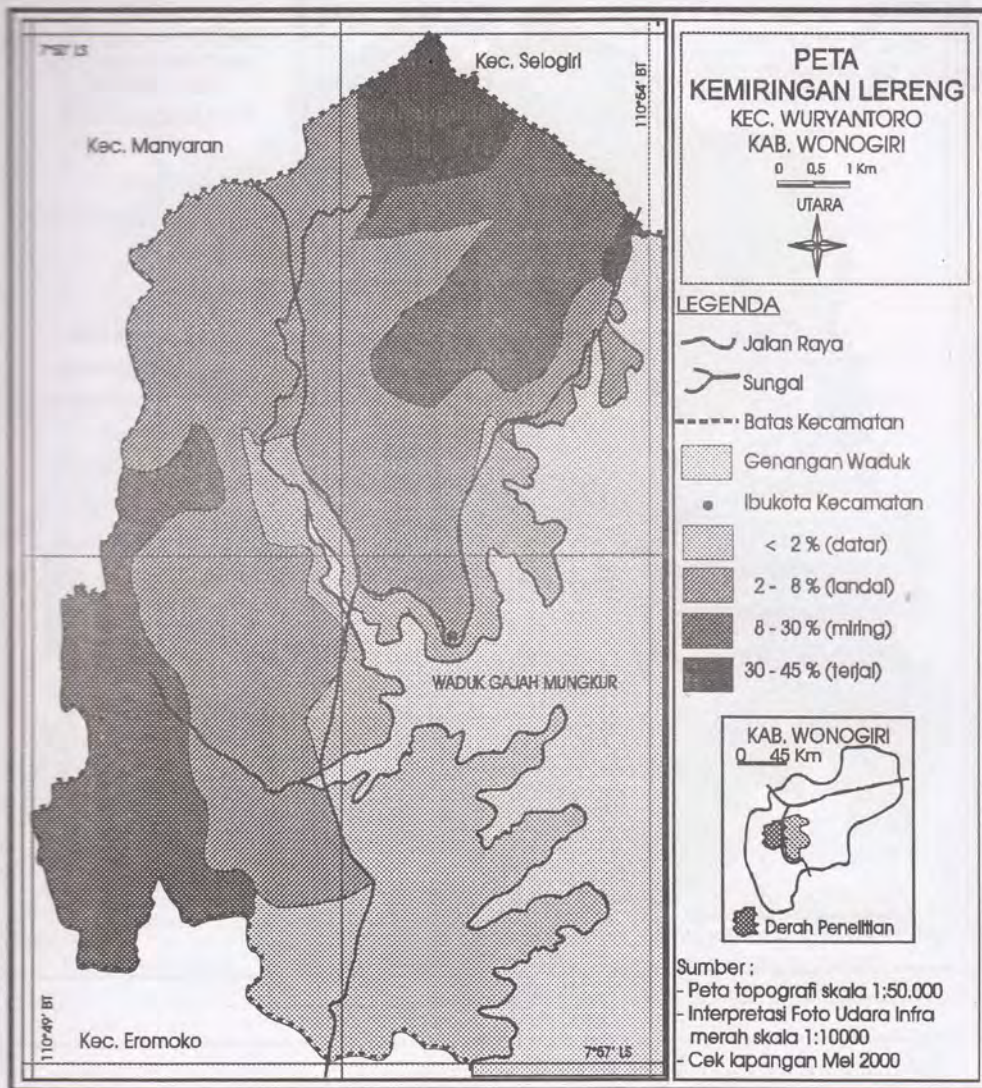
Gambar 1



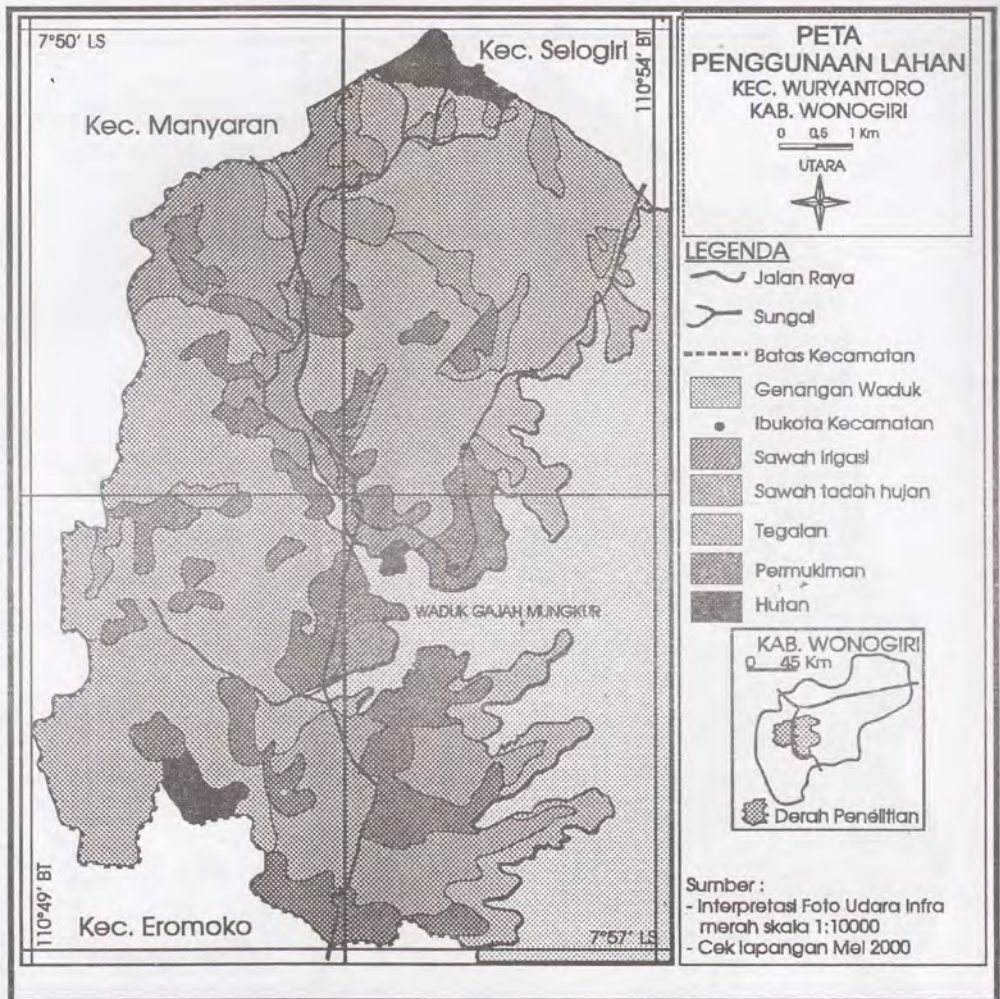
Gambar 2



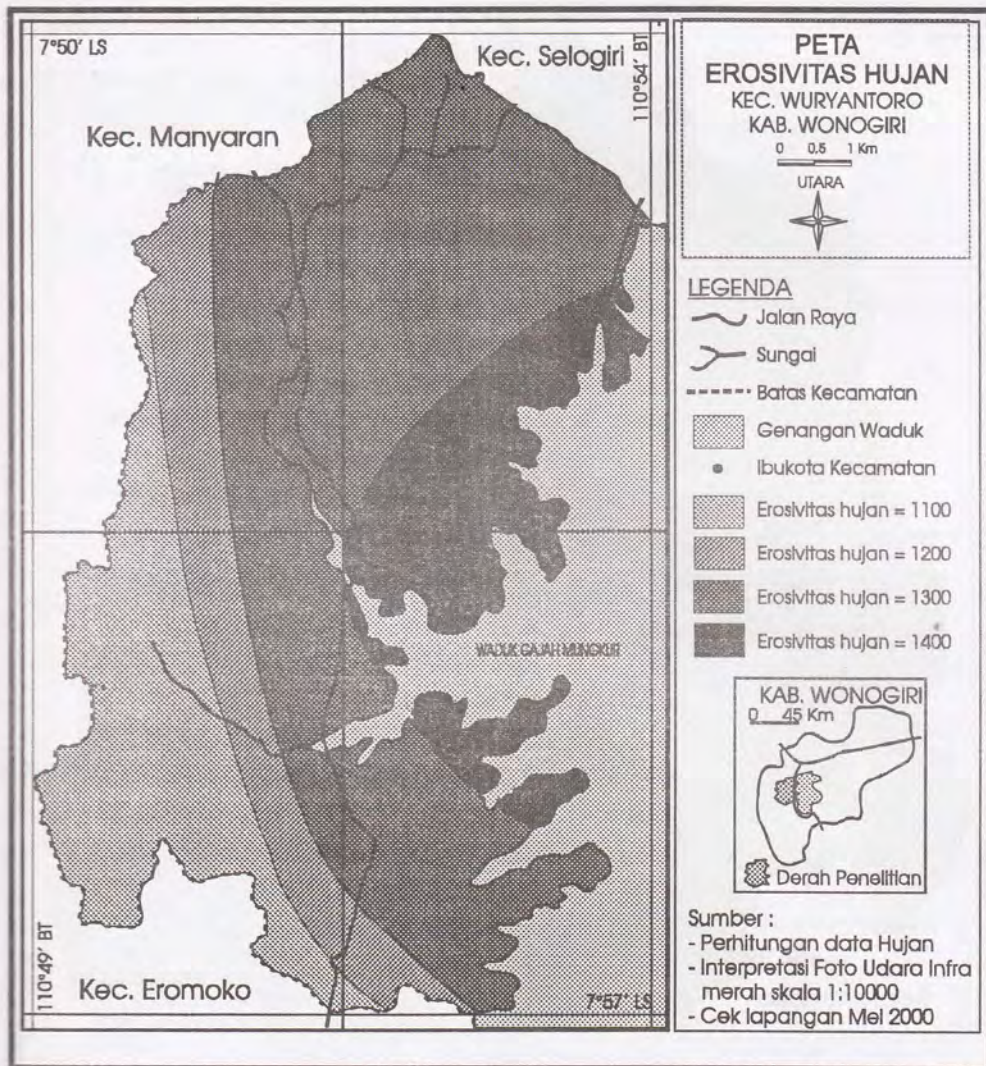
Gambar 3



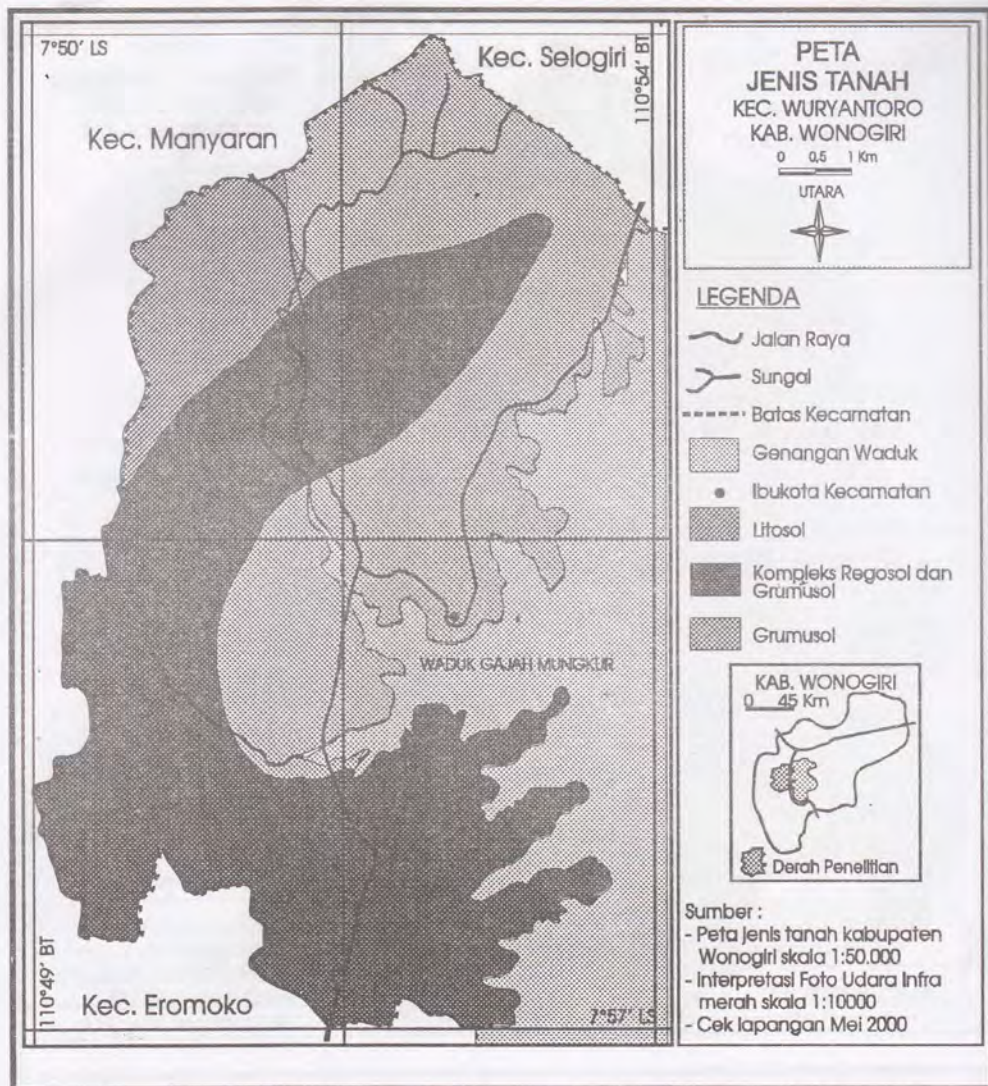
Gambar 4



Gambar 5



Gambar 6



Gambar 7

