

Dr. Ir. BAMBANG SULISTYO, Dipl.GIS, M.Si

PENGINDERAAN JAUH DIGITAL

Terapannya Dalam Pemodelan Erosi Berbasis Raster

LOKUS

Dr. Ir. BAMBANG SULISTYO, Dipl.GIS, M.Si

— Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu —



PENGINDERAAN JAUH DIGITAL

Terapannya Dalam Pemodelan Erosi Berbasis Raster

LOKUS

TARA WACANA GROUP

PENGINDERAAN JAUH DIGITAL:
Terapannya dalam Pemodelan Erosi Berbasis Raster

Dr. Ir. BAMBANG SULISTYO, Dipl.GIS, M.Si
Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu
Jalan Raya Kandang Limun, Bengkulu

PROOF

PENGINDERAAN JAUH DIGITAL:

Terapannya dalam Pemodelan Erosi Berbasis Raster

Dr. Ir. BAMBANG SULISTYO, Dipl.GIS, M.Si
Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu
Jalan Raya Kandang Limun, Bengkulu

LOKUS

Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Perpustakaan Nasional Republik Indonesia

BAMBANG SULISTYO

PENGINDERAAN JAUH DIGITAL:
Terapannya dalam Pemodelan Erosi Berbasis Raster
Yogyakarta: Penerbit Lokus
November 2011
Cetakan Pertama
xiv + 140 hlm. 24,5 cm.
ISBN 978-602-97622-6-6

© Bambang Sulistyو

Hak cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan sistem penyimpanan yang lain, tanpa izin tertulis dari penulis.

LOKUS

Kelompok Penerbit Tiara Wacana
Jalan Kaliurang Km 7,8, Kopen Utama No. 16
Sleman, Yogyakarta 55581
Telp/faks. (0274) 880683
e-mail: yogya@tiarawacana.co.id
www.tiarawacana.co.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas perkenanNya-lah penulisan buku dengan judul *PENGINDERAAN JAUH DIGITAL: Terapannya dalam Pemodelan Erosi Berbasis Raster* ini dapat selesai. Buku ini merupakan penulisan dan penyusunan ulang dari sebagian hasil penelitian yang dilaksanakan pada saat penulis menempuh Program Doktor.

Penyelesaian buku ini tidak terlepas dari bantuan dan motivasi dari Staf Pengajar di Fakultas Geografi UGM (Prof. Dr. Totok Gunawan, MS, Prof. Dr. Hartono, DEA, DESS, Drs. Projo Danoedoro, MSc, PhD, dan Prof. Dr. Sutanto), Staf Pengajar di Fakultas Teknik UGM (Ir. Subaryono, MA, PhD), Staf Pengajar di Fakultas Pertanian UGM (Prof. Dr. Ir. Bambang Hendro Sunarminto, SU) dan Senior Disaster Manager Bank Dunia (Ir. Iwan Gunawan, MSc, PhD) yang telah memberikan masukan-masukan yang sangat berharga untuk menyempurnakan buku yang penulis susun. Untuk hal tersebut penulis mengucapkan terimakasih.

Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada: 1). Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, Republik Indonesia yang telah memberikan beasiswa dan hibah penelitian; 2). Prof. Ir. Zainal Mukhtar, MSc, PhD (Rektor Universitas Bengkulu) dan Prof. Dr. Ir. Yuwana, MSc (Dekan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu) atas ijinnya sehingga penulis bisa memperdalam ilmu di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta; 3). beberapa instansi yang telah membantu dalam penyediaan data sekunder (diantaranya adalah PUSPICS – UGM, Puslitbang SD Air di Bandung, PT. INDONESIA POWER di Banjarnegara, Badan Pertanahan Nasional Kab. Banjarnegara, Dinas Kehutanan Kab. Banjarnegara, dan BAPPEDA Kab. Banjarnegara); 4). beberapa pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

The last but not the least, buku ini merupakan persembahan bagi Dra. Hj. Amartin Kencanahyati, istri penulis dan 3 anak: Manissa Kenlistyorini (1988), Esi Asyani Listyowati (1993), dan Noviyanti Listyaningrum (1996), serta 3 cucu: Qonita Ahlatul Qurani (2007), Muhammad Abyan Maulana Utama (2008), dan Muhammad Geotama Satria Laksmah (2010).

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa buku ini masih memerlukan penyempurnaan, sehingga saran-saran perbaikan sangat diharapkan dan mohon untuk dapat diberikan melalui alamat email: bambang_sulistyo62@yahoo.co.id.

Akhirnya penulis berharap bahwa buku ini dapat memberikan pengetahuan yang baru bagi pemerhati masalah penginderaan jauh digital dan terapannya. Semoga.

Bengkulu, November 2011

Penulis,

Dr. Ir. H. Bambang Sulistyo, Dipl.GIS, M.Si

PROOF

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB. I	
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Susunan Buku	5
 BAB. II	
EROSI DAN PEMODELANNYA	6
2.1. Hubungan Erosi dan Lahan Kritis	6
2.2. Sebab dan Akibat Terjadinya Lahan Kritis	7
2.3. Pemodelan Spasial Erosi	9
2.3.1. Pemodelan	9
2.3.2. Prediksi Erosi Model USLE	10
2.3.3. Pemodelan Spasial Erosi Model USLE Berbasis Vektor	15
2.3.4. Kemudahan Analisis Erosi USLE Berbasis Vektor	16
2.3.5. Prediksi Erosi Model Honda	18
 BAB. III	
DATA PENGINDERAAN JAUH DIGITAL DALAM PEMODELAN EROSIBERBASIS RASTER	21
3.1. Citra Satelit Landsat 7 <i>Enhanced Thematic Mapper Plus</i> (ETM ⁺) Sebagai Masukan Pemodelan Spasial Erosi	21
3.2. Tahap pengolahan citra Landsat 7 ETM ⁺	24
3.2.1. Koreksi geometrik	24
3.2.2. Koreksi radiometrik	25
3.2.3. Analisis Citra Landsat 7 ETM ⁺ dalam pemodelan spasial erosi	25
3.2.3.1. Klasifikasi Penutupan/Penggunaan Lahan Secara Multispektral	26
3.2.3.2. Prediksi Indeks Vegetasi dengan Berbagai Model Transformasi Matematis	26
3.2.3.3. Analisis Perubahan Indeks Vegetasi	30
3.2.3.4. Transformasi Indeks Vegetasi Untuk Menyusun Model Faktor C	31
3.2.3.5. Menyusun Faktor P	33
3.2.3.6. Interpretasi Bentuklahan	33

BAB IV.	SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PEMODELAN EROSI BERBASIS RASTER	36
4.1.	Sistem Informasi Geografis (SIG)	36
4.2.	Model Data Keruangan dalam SIG	38
4.3.	Interpolasi Spasial	39
4.4.	Analisis SIG dalam pemodelan spasial erosi berbasis raster	44
4.4.1.	Digitasi Terhadap Peta Tematik	44
4.4.2.	Menyusun Peta Erosivitas Hujan (Faktor R)	44
4.4.3.	Menyusun Peta Erodibilitas Tanah (Faktor K)	45
4.4.4.	Menyusun Peta Berat Jenis Tanah	45
4.4.5.	Menyusun Peta Kelerengan (S) dan Peta Faktor Panjang Lereng (Faktor LS)	45
4.4.6.	Menyusun Peta Faktor Tindakan Konservasi (Faktor P)	46
4.4.7.	Pemodelan Erosi	46
4.4.7.1.	Erosi model USLE	46
4.4.7.2.	Korelasi Berbagai Indeks Vegetasi dengan Erosi model USLE	48
4.4.7.3.	Erosi model Honda	48
4.4.8.	Uji Model	48
BAB V.	PENGUMPULAN DATA DALAM PEMODELAN EROSI BERBASIS RASTER	52
5.1.	Pengumpulan Data Primer	52
5.1.1.	Penentuan sampel dan jumlahnya	52
5.1.2.	Kerja lapang	52
5.2.	Pengumpulan Data Sekunder	56
BAB VI.	INTEGRASI CITRA LANDSAT 7 ETM ⁺ DAN SIG DALAM PEMODELAN EROSI BERBASIS RASTER	58
6.1.	Kajian Erosi dengan Memanfaatkan Data Penginderaan Jauh	58
6.2.	Integrasi Citra Landsat 7 ETM ⁺ dan SIG dalam Pemodelan Erosi Berbasis Raster	61
BAB VII.	PEMODELAN EROSI BERBASIS RASTER DI DAS MERAWU KABUPATEN BANJARNEGARA	65
7.1.	Deskripsi DAS Merawu	65
7.1.1.	Letak dan Luas	65
7.1.2.	Geologi	66
7.1.3.	Topografi	67
7.1.4.	Curah Hujan	70

7.1.5. Jenis Tanah	71
7.1.6. Penutupan/Penggunaan Lahan	74
7.2. Data/Peta yang diperlukan, Piranti Lunak, Piranti Keras serta Tahapan Penelitian	75
7.2.1. Data/Peta penelitian yang diperlukan	75
7.2.2. Piranti Lunak (<i>Software</i>) yang digunakan	76
7.2.3. Piranti Keras (<i>Hardware</i>) yang diperlukan	76
7.2.4. Tahapan Penelitian	76
7.3. Hasil Penyusunan Basis Data dalam Pemodelan Spasial Erosi Berbasis Raster	76
7.3.1. Parameter Erosi yang bersumber dari Citra Landsat 7 ETM ⁺	76
7.3.1.1. Peta Penutupan/Penggunaan Lahan	83
7.3.1.2. Peta Faktor C yang bersumber dari berbagai Indeks Vegetasi	83
7.3.1.3. Analisis Perubahan Indeks Vegetasi antara Citra Landsat 7 ETM ⁺ yang direkam pada tahun 2003 dan tahun 2006	88
7.3.1.4. Peta Bentuklahan	92
7.3.2. Peta Faktor LS	96
7.3.3. Peta Faktor P	98
7.3.4. Peta Faktor R	98
7.3.5. Peta Faktor K dan Peta Berat Jenis	100
7.3.6. Kualitas Basis Data Spasial Erosi berbasis Raster	102
7.4. Pemodelan Erosi Berbasis Raster	106
7.4.1. Pemodelan Erosi Model USLE	106
7.4.2. Pemodelan Erosi Model Honda	109
7.4.3. Korelasi antara Erosi Model USLE dengan berbagai Indeks Vegetasi	116
7.5. Sumbangan Teoretis Hasil Penelitian Terhadap Model Erosi	118
7.6. Kesimpulan dan Saran	118
7.6.1. Kesimpulan	119
7.6.2. Saran	119
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Tahapan Erosi	8
Gambar 2.2.	Diagram Alir Perhitungan Erosi Permukaan Model USLE	15
Gambar 2.3.	Diagram Alir Perhitungan Erosi Permukaan Model Honda	19
Gambar 3.1.	Komponen Sistem Penginderaan Jauh	21
Gambar 3.2.	Bentuk satelit Landsat 7 ETM	22
Gambar 3.3.	Diagram Hubungan Berbagai Indeks Vegetasi	28
Gambar 3.4.	Interpretasi Secara Grafis Beberapa Indeks Vegetasi	28
Gambar 4.1.	Komponen SIG	36
Gambar 4.2.	Perbandingan Model Raster dan Model Vektor. Obyek Hutan Pinus (P) dan Hutan Sekunder (S) merupakan bentuk poligon, obyek Sungai (R) merupakan bentuk linier, dan obyek Rumah (H) merupakan bentuk titik (Sumber: Aronoff, 1989)	40
Gambar 4.3.	Penyajian Citra Satelit dalam Model data Raster	40
Gambar 4.4.	Contoh hasil analisis erodibilitas tanah (Faktor K) DAS Merawu dari data titik (gambar kiri) menjadi data berbentuk raster	44
Gambar 4.5.	Contoh semivariogram	42
Gambar 4.6.	Semivariogram yang sudah difitkan dengan model sferis (atas) dan model eksponensial (bawah)	43
Gambar 4.7.	<i>Nugget, range, sill</i> dan <i>partial sill</i>	43
Gambar 5.1.	Contoh hasil pemotretan F_c	54
Gambar 5.2.	Contoh hasil pemotretan S_p	54
Gambar 6.1.	Skema Kerangka Pemikiran	62
Gambar 7.1.	Peta Lokasi DAS Merawu	66
Gambar 7.2.	Peta Formasi Geologi DAS Merawu	69
Gambar 7.3.	Peta Jenis Tanah DAS Merawu	73
Gambar 7.4.	Citra komposit warna citra Landsat 7 ETM ⁺ (RGB: 543) kawasan DAS Merawu dan sekitarnya	81
Gambar 7.5.	Peta Penutupan Lahan DAS Merawu	85
Gambar 7.6.	Grafik yang menggambarkan hubungan Faktor C dengan nilai NDVI	86
Gambar 7.7.	Peta Faktor C Hasil Pemodelan menggunakan indeks vegetasi MSAVI	89
Gambar 7.8.	Peta Bentuklahan DAS Merawu	94
Gambar 7.9.	Peta Faktor LS DAS Merawu	97
Gambar 7.10.	Peta Faktor P DAS Merawu	99
Gambar 7.11.	Peta Faktor R DAS Merawu untuk Oktober 2004	101
Gambar 7.12.	Peta Faktor K DAS Merawu	103
Gambar 7.13.	Peta Berat Jenis Tanah DAS Merawu	104

Gambar 7.14.	Grafik yang menggambarkan Pola Erosi Aktual dengan Erosi Model USLE dengan Faktor C Hasil Berbagai Indeks Vegetasi (A) dan Rata-rata Erosivitas Hujan Bulanan (B)	108
Gambar 7.15.	Peta Hasil Pemodelan Erosi Model USLE Berbasis Raster	111
Gambar 7.16.	Deskripsi Pengaruh Tiap Variabel terhadap Hasil Pehitungan Rumus USLE di Wilayah DAS Merawu	112
Gambar 7.17.	Grafik yang menggambarkan Pola Erosi Aktual dengan Erosi Model Honda dengan Faktor C Hasil TVI (A) dan Rata-rata Erosivitas Hujan Bulanan (B)	115
Gambar 7.18.	Peta Hasil Pemodelan Erosi Model Honda Berbasis Raster	117

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Margin kesalahan berbagai faktor USLE	2
Tabel 2.1.	Penilaian Struktur Tanah	12
Tabel 2.2.	Nilai Permeabilitas Tanah	12
Tabel 2.3.	Kelas Tingkat Bahaya Erosi	16
Tabel 2.4.	Nilai faktor panjang lereng (L) dan klas drainase	17
Tabel 2.5.	Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S)	18
Tabel 3.1.	Resolusi spasial masing-masing saluran Landsat 7 ETM ⁺	23
Tabel 3.2.	Resolusi spektral Landsat 7 ETM ⁺ dan kegunaan utamanya	23
Tabel 3.3.	Klasifikasi Tingkat Kehijauan Vegetasi berdasarkan NDVI	30
Tabel 3.4.	Kelas r (koefisien korelasi)	32
Tabel 3.5.	Nilai P berdasarkan Kawasan Pertanian dan Bukan Pertanian	34
Tabel 4.1.	Beberapa kelebihan dan kelemahan model data raster dan vektor	39
Tabel 4.2.	Nilai SDR berdasar luas DAS	48
Tabel 4.3.	Uji Ketelitian Interpretasi	49
Tabel 4.4.	Daftar Analisis Variansi	51
Tabel 5.1.	Nilai R _u dan b	54
Tabel 5.2.	Persentase Muatan Dasar Terhadap Muatan Suspensi Total	55
Tabel 7.1.	Luas Wilayah DAS Merawu Menurut Formasi Geologinya	67
Tabel 7.2.	Luas Wilayah DAS Merawu Menurut Ketinggiannya	68
Tabel 7.3.	Luas Wilayah DAS Merawu Menurut Kemiringan Lerengnya	68
Tabel 7.4.	Rata-rata Curah Hujan Tahunan (mm/tahun) di Dalam dan Sekitar DAS Merawu (1996–2005)	70
Tabel 7.5.	Rekapitulasi Curah Hujan Tahunan di dalam dan Sekitar DAS Merawu (1996–2005)	71
Tabel 7.6.	Luas Wilayah DAS Merawu Menurut Jenis Tanahnya	72
Tabel 7.7.	Penutupan/penggunaan Lahan DAS Merawu yang Bersumber dari Citra Landsat 7 ETM ⁺	74
Tabel 7.8.	Nilai piksel minimum dan konversi ke nilai radians setiap band	77
Tabel 7.9.	Daftar Koordinat yang Digunakan dalam Koreksi Geometrik Citra Landsat 7 ETM ⁺ Tahun 2003	78
Tabel 7.10.	Daftar Koordinat yang Digunakan dalam Koreksi Geometrik Citra Landsat 7 ETM ⁺ Tahun 2006	79
Tabel 7.11.	Nilai Rata-rata Sampel Kelas untuk Klasifikasi Multispektral Citra Landsat ETM ⁺ Tahun 2006	82
Tabel 7.12.	Matriks Konfusi Hasil Interpretasi Penutupan Lahan	84
Tabel 7.13.	Hasil Pemodelan dari masing-masing Indeks Vegetasi	86
Tabel 7.14.	Luas Faktor C untuk masing-masing kelas (Ha)	87
Tabel 7.15.	Koefisien Korelasi antara C _{model} dengan C _{actual}	88

Tabel 7.16.	Pasangan Nilai Radiansi Citra yang digunakan dalam Kalibrasi Relatif	90
Tabel 7.17.	Hasil Analis Perubahan NDVI antara tahun 2003 dan tahun 2006	91
Tabel 7.18.	Faktor Koreksi dan Faktor Pengali dalam Perhitungan Faktor C pada Setiap Bulannya	92
Tabel 7.19.	Luas Wilayah DAS Merawu menurut Bentuklahannya	93
Tabel 7.20.	Matriks Konfusi Hasil Interpretasi Bentuklahan	95
Tabel 7.21.	Luas Wilayah DAS Merawu menurut Faktor LS	96
Tabel 7.22.	Luas Wilayah DAS Merawu menurut Faktor P	98
Tabel 7.23.	Erosivitas Hujan pada Setiap Stasiun Curah Hujan di DAS Merawu	100
Tabel 7.24.	Rekapitulasi Ketelitian Variabel Erosi yang Dihasilkan	105
Tabel 7.25.	Hasil hitungan Erosi Model USLE, Erosi Aktual dan Hasil Ujinya	107
Tabel 7.26.	Harga Erosi Maksimum dan Minimum yang Diukur Pada 30°	110
Tabel 7.27.	Hasil hitungan Erosi Model Honda, Erosi Aktual dan Hasil Ujinya	113
Tabel 7.28.	Korelasi antara Hasil Erosi dengan Berbagai Indeks Vegetasi	116

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Faktor C yang diukur langsung di lapangan beserta nilai berbagai indeks vegetasi yang bersumber dari Citra Landsat 7 ETM ⁺	127
Lampiran 2.	Pengujian Persyaratan Analisis	128
Lampiran 3.	Faktor C yang diukur langsung di lapangan (C_{Lap}) beserta Faktor C berbagai indeks vegetasi yang bersumber dari Citra Landsat 7 ETM ⁺ (C_{Model})	132
Lampiran 4.	Hasil Pengecekan Kemiringan Lereng	135
Lampiran 5.	Hasil analisis sampel tanah DAS Merawu yang dilakukan di laboratorium Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UGM	139
Lampiran 6.	Hasil Pengecekan Nilai Erodibilitas (K) dan Berat Jenis (BD)	140

BAB I.

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Salah satu masalah lingkungan yang saat ini harus ditangani adalah adanya lahan kritis. Lahan kritis di Indonesia terutama disebabkan oleh erosi oleh air karena tingginya jumlah dan intensitas curah hujan (Abdurachman dan Sutono, 2002). Lahan kritis adalah lahan yang keadaan penutupan vegetasinya kurang dari 25%, dengan kemiringan lereng 15% atau lebih, dan atau ditandai dengan gejala erosi seperti erosi permukaan (*sheet erosion*), erosi alur (*rill erosion*) dan erosi parit (*gully erosion*) yang akhirnya membahayakan fungsi hidrologi dan daerah lingkungannya (Departemen Kehutanan, 1998; Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 1992). Salah satu indikasi terjadinya perkembangan lahan kritis adalah dengan mengetahui jumlah DAS (Daerah Aliran Sungai) kritis yang selalu meningkat. DAS dikatakan dalam keadaan kritis jika fungsi DAS mengalami gangguan sebagai akibat terbukanya penutupan lahan yang kemudian memicu terjadinya erosi apabila terjadi hujan. Peningkatan jumlah DAS kritis di Indonesia tergolong mengkhawatirkan. Pada tahun 1984 ada 22 DAS kritis, meningkat menjadi 29 DAS pada tahun 1992, 39 DAS pada tahun 1994, 42 DAS pada tahun 1998, 58 DAS pada tahun 2000, dan 60 DAS pada tahun 2002, 65 DAS pada tahun 2004, dan 72 pada tahun 2007 (Utomo, 1989; Kartodihardjo, 2008).

Upaya perbaikan kondisi lingkungan melalui program rehabilitasi lahan kritis akan dapat terlaksana dengan baik apabila informasi akurat distribusi dan jumlah lahan kritis dapat diperoleh secara tepat. Penyediaan data dan informasi tersebut sangat diperlukan terutama dalam menunjang formula strategi rehabilitasi lahan kritis yang berdaya guna, sehingga diharapkan dapat diperoleh acuan dalam pengalokasian sumber daya secara proporsional. Namun demikian, sampai saat ini, tidak ada informasi yang pasti berapa sebenarnya luas hutan yang masih utuh, karena proses penebangan, pembakaran dan perusakan masih berlangsung terus. Selain itu, masing-masing instansi juga mempunyai metode sendiri dan menghasilkan angka yang berbeda disesuaikan dengan keperluan tugasnya.

Pada tahun 2002, Departemen Kehutanan (sejak tahun 2009 namanya berubah menjadi Kementerian Kehutanan) mengeluarkan data bahwa Indonesia memiliki lahan hutan terdegradasi seluas 96,3 juta ha sebagai akibat dari kegiatan penebangan liar, kebakaran hutan, konversi hutan, perluasan pertanian yang tidak terencana dan konflik sosial atas sumberdaya hutan. Diperkirakan ada 54,6 juta ha dari lahan hutan yang terdegradasi tersebut mencakup kawasan hutan produksi, hutan konservasi dan hutan lindung, sedangkan 41,7 juta ha lahan terdegradasi berada di luar kawasan hutan (Nawir *et al.*, 2008).

BAB II. EROSI DAN PEMODELANNYA

2.1. Hubungan Erosi dan Lahan Kritis

Degradasi lahan didefinisikan sebagai proses hilangnya kegunaan atau potensi kegunaan atau pengurangan, kehilangan atau perubahan fitur atau organisme yang tidak dapat digantikan (Barrow, 1991). Hasil dari suatu proses degradasi lahan disebut lahan terdegradasi atau lahan kritis. FAO (1994) membagi lahan kritis ke dalam enam tipe, yaitu erosi oleh air, erosi oleh angin, penurunan kesuburan tanah, salinisasi, penurunan jumlah air, dan penurunan muka air. Lahan kritis yang terjadi di Indonesia umumnya disebabkan oleh erosi air hujan. Hal ini sehubungan dengan tingginya jumlah dan intensitas curah hujan (Abdurachman dan Sutono, 2002). Ketika vegetasi yang tumbuh di atas lahan ditebangi maka curah hujan yang tinggi memukul langsung permukaan tanah yang gundul. Proses butiran tanah terlepas dari agregatnya dan dibawa hanyut oleh aliran permukaan (*run off*) ke lereng bawah sampai akhirnya diendapkan di tempat yang lebih rendah atau di muara-muara sungai, disebut erosi (Arsyad, 2000).

Jenis-jenis erosi diantaranya adalah (Seyhan, 1976; Arsyad, 2000):

1. Erosi Alur (*rill erosion*): erosi yang terjadi jika air terkonsentrasi dan mengalir pada tempat-tempat tertentu di permukaan tanah, sehingga proses penggerusan tanah banyak terjadi pada tempat tersebut, yang kemudian membentuk alur-alur.
2. Erosi Lembar (*sheet/interill erosion*): merupakan pengangkutan lapisan tanah yang merata tebalnya dari suatu permukaan bidang tanah.
3. Erosi Parit (*gully erosion*): erosi yang terjadi hampir sama dengan erosi alur yang diakibatkan oleh aliran permukaan dengan volume yang lebih besar terkonsentrasi pada satu cekungan menyebabkan kemampuannya menggerus menjadi sangat besar, sehingga mampu membentuk parit yang dalam dan lebar, yang tidak dapat dihilangkan hanya dengan pengolahan tanah biasa.
4. Erosi Saluran (*channel erosion*): proses erosi yang disebabkan oleh erosi pada tebing saluran, dasar saluran yang mengalami degradasi.
5. Erosi Total (*gross erosion*): jumlah semua erosi yang terjadi.

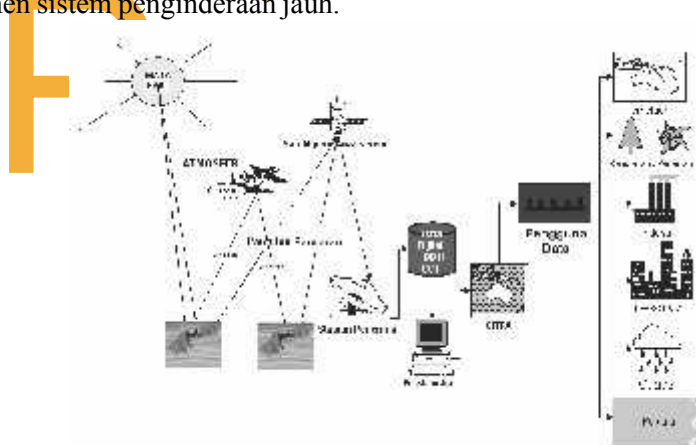
Di Indonesia istilah lahan kritis masih agak rancu, karena setiap departemen menggunakan istilah yang berbeda disesuaikan dengan keperluan tugasnya. Departemen Kehutanan dalam menentukan lahan kritis didasarkan pada tingkat penutupan lahan oleh vegetasi dan kemiringan lereng. Sementara itu, Departemen Transmigrasi melalui kegiatan REPPROT (*The Regional Physical Planning Programme for Transmigration*) memberi nama lahan kritis dengan istilah **tanah marginal**, yang merupakan lahan yang pernah dibuka dan digunakan untuk pertanian tetapi saat ini produktivitasnya sangat rendah sehingga banyak dibiarkan berupa lahan yang ditumbuhi semak, rumput-rumputan dan wilayah

BAB III

DATA PENGINDERAAN JAUH DIGITAL DALAM PEMODELAN EROSI BERBASIS RASTER

3.1. Citra Satelit Landsat 7 *Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM⁺)* Sebagai Masukan Pemodelan Spasial Erosi

Penanganan lahan kritis senantiasa ditekankan pada pengelolaan menggunakan data yang berbiaya rendah, maka alternatif sumber data yang digunakan semestinya mempunyai sifat: relatif tidak mahal, mudah diperoleh dan pengunduhan datanya relatif cepat, tanpa mengurangi tingkat keakuratan dan kemutakhiran data. Dengan pertimbangan tersebut, data penginderaan jauh merupakan alternatif yang tepat. Lillesand *et al.*, (2004) mendefinisikan penginderaan jauh sebagai ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah, atau fenomena dengan cara menganalisis data yang diperoleh menggunakan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah, atau fenomena yang dikaji. Penginderaan jauh meliputi dua proses utama yaitu pengumpulan data dan analisis data. Proses pengumpulan data terdiri dari adanya sumber energi, perjalanan energi melalui atmosfer, interaksi antara energi dengan kenampakan di muka bumi, sensor wahana pesawat terbang atau satelit, dan hasil pembentukan datanya berupa *hardcopy* atau data digital. Penginderaan jauh menurut Purwadhi (2001) merupakan suatu sistem yang terdiri dari komponen-komponen yang saling terkait dan berinteraksi secara bersama-sama untuk memperoleh informasi mengenai obyek dan atau fenomena tanpa kontak langsung dengan obyek dan atau fenomena yang dikaji. Gambar 3.1. Secara skematis menggambarkan komponen-komponen sistem penginderaan jauh.



Gambar 3.1. Komponen Sistem Penginderaan Jauh (Sumber: Purwadhi, 2001)

BAB IV.

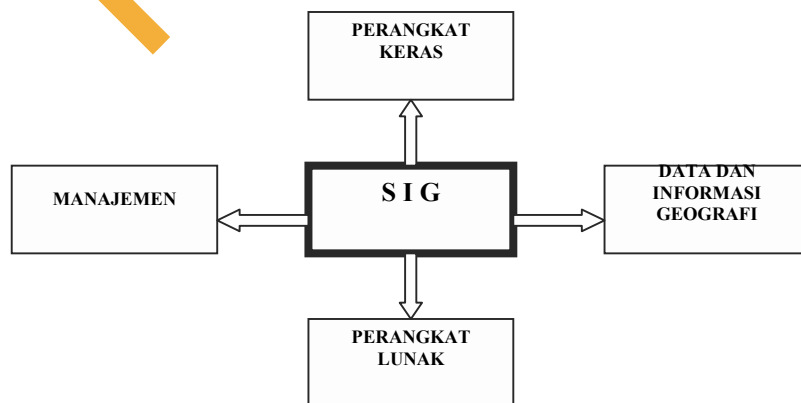
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PEMODELAN EROSI BERBASIS RASTER

4.1. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Perangkat utama yang dipergunakan untuk menangani data spasial adalah **Sistem Informasi Geografis** (Valenzuela, 1991; Zhou, 1991), disingkat SIG, yaitu seperangkat piranti yang mampu untuk mengumpulkan, menyimpan, memanggil kembali, mentransformasikan dan menayangkan data spasial dari keadaan senyatanya untuk tujuan tertentu. SIG menyediakan kisaran kemungkinan analisis lebih luas yang mampu untuk dikerjakan pada aspek topologi atau spasial dari data geografis, pada atribut data non-spasial, atau kombinasi data non-spasial dan atribut spasial (Burrough, 1986).

Kegiatan pengolahan dan pengelolaan data spasial dan non-spasial ini sesungguhnya telah sejak lama menjadi bagian pekerjaan yang rutin dari para ahli pemetaan yang menggunakan lembar-lembar peta maupun tabel-tabel (Gunawan, 1995), disebut **SIG konvensional**. Sistem ini mempunyai keterbatasan di dalam kemampuannya untuk menganalisis informasi serta proses pengambilan keputusan. Perkembangan teknologi komputer digital menghasilkan sistem pengolahan dan pengelolaan kedua jenis data yang telah dapat diintegrasikan di dalam suatu perangkat keras dan lunak (*hard-software system*).

Subsistem dalam SIG yaitu meliputi 1. pengumpulan dan pemasukan data; 2. pembentukan data dasar; 3. analisis; dan 4. penerapan dan keluaran (Short, 1992). Secara ringkas komponen pendukung kegiatan bidang SIG seperti disajikan pada Gambar 4.1 yang meliputi (a) *hardware*; (b) *software*; dan (c) *brainware*.



Gambar 4.1. Komponen SIG (Sumber: Prahasta, 2001, dengan perubahan)

BAB V. PENGUMPULAN DATA DALAM PEMODELAN EROSI BERBASIS RASTER

Dalam pemodelan erosi berbasis raster diperlukan data, baik yang berupa data primer maupun yang berupa data sekunder. Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung dari lapangan, sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari berbagai sumber data yang sebelumnya telah melakukan pengumpulan data dan mengolahnya. Data primer dikumpulkan sesuai dengan kebutuhan yang kemudian dilakukan analisis.

5.1. Pengumpulan Data Primer

5.1.1. Penentuan sampel dan jumlahnya

Dalam hubungannya pemodelan erosi berbasis raster, sampel diperlukan untuk uji medan dan kerja lapangan untuk menguji hasil interpretasi dan pemodelan serta melengkapi data yang tidak dapat diperoleh dari citra satelit maupun dari data sekunder. Pada umumnya populasi yang akan dilakukan pengambilan datanya diasumsikan heterogen sehingga penentuan titik sampel di lapangan mengikuti metode *stratified sampling*. Jika populasinya homogen, maka penentuan titik sampel bisa dilakukan secara *random* (acak). Penentuan lokasi sampel dipilih berdasarkan pertimbangan sukar atau mudahnya dikenalnya suatu obyek pada saat interpretasi, menarik dan letaknya mudah untuk dijangkau. Secara umum jumlah sampel yang akan diambil untuk setiap tema hasil interpretasi atau pemodelan yaitu

30 plot lokasi, berdasarkan jumlah minimal untuk diuji kenormalannya (Conover, 1973 dalam Sujana, 2002). Penentuan jumlah sampel pada metode *stratified sampling* untuk masing-masing kelas disesuaikan dengan luas masing-masing kelas yang dihitung secara proporsional. Semakin luas proporsinya, maka semakin banyak jumlah sampel yang akan ditentukan, demikian juga sebaliknya.

5.1.2. Kerja lapang

Kerja lapang dimaksudkan untuk mengumpulkan data, melalui pengukuran dan pemerian. Data yang dikumpulkan yaitu:

1. data penutupan/penggunaan lahan untuk pengujian hasil interpretasi penutupan/penggunaan lahan,
2. data bentuklahan untuk pengujian hasil interpretasi bentuklahan,
3. contoh sampel tanah untuk diuji di laboratorium yang selanjutnya akan digunakan untuk memperoleh data erodibilitas tanah dan berat jenis tanah. Jenis data tanah yang diambil sampelnya adalah tekstur tanah, bahan organik, struktur, permeabilitas tanah, dan berat jenis tanah,

BAB VI.

INTEGRASI CITRA LANDSAT 7 ETM⁺ DAN SIG DALAM PEMODELAN EROSI BERBASIS RASTER

6.1. Kajian Erosi dengan Memanfaatkan Data Penginderaan Jauh

Suharsono (1998) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mencari model yang dapat digunakan untuk menduga muatan tersuspensi menggunakan data penginderaan jauh sebagai data utamanya. Metode yang dilakukan yaitu dengan menginterpretasi data penginderaan jauh terhadap karakter lahan yang berpengaruh terhadap terjadinya sedimen pada 13 DAS di Jawa. Hasilnya digabung dengan data hujan. Semua data kemudian dilakukan transformasi dan analisis statistik (analisis faktor dan analisis regresi ganda) sedemikian rupa sehingga diperoleh bentuk rumus empiris untuk pendugaan sedimen tersuspensi. Hasil model kemudian divalidasi terhadap sedimen aktual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 11 model pendugaan muatan sedimen tersuspensi yang cukup baik ketepatannya, baik untuk pendugaan muatan sedimen tersuspensi total maupun pendugaan muatan sedimen tersuspensi rata-rata. Penggunaan data penginderaan jauh ditambah data hujan untuk pendugaan muatan sedimen tersuspensi mempunyai ketepatan pendugaan antara 72,57% hingga 90,65%.

Hazarika dan Honda (2001) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pelaksanaan proyek pembangunan DAS terpadu yang dimulai tahun 1991 terhadap terjadinya erosi di DAS Mae Ao, Distrik Pa Sang dan Ban Hong, Propinsi Lamphun, Thailand bagian Utara. Data yang digunakan adalah citra Landsat-TM (tahun 1992 dan 1996) dan SIG untuk mengestimasi laju erosi tanah yang terjadi dengan menggunakan Model Erosi (E) yang memanfaatkan parameter tutupan vegetasi (NDVI) dan lereng. Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi keseluruhan laju erosi tanah yang terjadi selama 4 tahun mengalami penurunan dari 1,24 mm/tahun menjadi 0,91 mm/tahun. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan pola pertanian tradisional menjadi pola perkebunan anggur serta dilakukannya kegiatan konservasi tanah. Namun demikian, laju erosi tanah sebesar 0,91 mm/tahun masih dianggap tinggi sehingga diperlukan penanganan lebih lanjut.

Menurut Darmawan (2005) dalam penelitiannya yang bertujuan untuk mengembangkan suatu model pemetaan erosi di dataran rendah Kalimantan Timur dengan faktor utama yang mempengaruhi erosi tanah adalah persentase tanah terbuka, topografi dan jenis penutupan lahan yang diekstraksi dari data satelit Landsat-TM dan DEM. Berdasarkan faktor utama yang mempengaruhi erosi yaitu tanah terbuka (*bare soil*), topografi, dan jenis penutup lahan yang bersumber dari data satelit Landsat-TM dan Peta RBI Skala 1 : 50.000 maka ada lima model yang digunakan yaitu: (1) tiap parameter mempunyai bobot yang sama; (2) tanah terbuka

BAB VII.

PEMODELAN EROSI BERBASIS RASTER DI DAS MERAWU KABUPATEN BANJARNEGARA

Untuk memberikan gambaran tentang pemodelan erosi yang sepenuhnya berbasis raster, dalam buku ini disajikan hasil analisis pemodelan yang dilaksanakan di DAS Merawu, Kabupaten Banjarnegara, Propinsi Jawa Tengah.

Telah disebutkan pada bab sebelumnya bahwa suatu model mempunyai keterbatasan dalam hal keruangan, artinya model tersebut hanya berlaku pada lokasi dimana model tersebut dikembangkan. USLE pada awalnya dikembangkan di daerah pertanian Amerika Utara, demikian juga erosi model Honda pada awalnya dikembangkan di daerah Nepal. Kedua lokasi tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda dalam hal iklim, topografi, sistem pertanian dan konservasi. Kenyataan tersebut perlu diperhatikan dalam pemakaian erosi model USLE dan erosi model Honda di tempat selain di Amerika Utara dan Nepal, khususnya ketika digunakan dalam pemodelan spasial erosi berbasis raster di DAS Merawu.

Bab ini diawali dengan mendeskripsikan DAS Merawu, khususnya letak dan luasnya, keadaan geologi, topografi, curah hujan, jenis tanah, dan penutupan/penggunaan lahannya. Informasi tersebut berkaitan dengan karakteristik lokasi yang tentunya akan mempengaruhi parameter erosi dan hasil hitungannya, baik itu erosi model USLE maupun erosi model Honda. Selanjutnya dikemukakan data, piranti keras dan lunak yang digunakan dalam penelitian serta tahapannya. Bab ini diakhiri dengan mengemukakan hasil analisis erosi model USLE dan model Honda, mulai dari penyusunan parameter yang mempengaruhi terjadinya erosi, analisis pemodelan erosi dan uji hasil pemodelannya.

7.1. Deskripsi DAS Merawu

7.1.1. Letak dan Luas

Secara geografis DAS Merawu terletak antara 109 41'24" – 109 50'24" Bujur Timur dan 7 10'12" – 7 22'12" Lintang Selatan. Secara administrasi, DAS Merawu merupakan sebagian dari daerah tangkapan Waduk Panglima Besar Jendral Sudirman dan terletak di 8 kecamatan di Kabupaten Banjarnegara yang meliputi Kec. Banjarmangu, Kec. Batur, Kec. Kalibening, Kec. Karangobar, Kec. Madukara, Kec. Pagentan, Kec. Pejawaran dan Kec. Wanayasa.

Luas DAS Merawu meliputi ± 22.734 Ha yang secara alamiah dibatasi oleh igir sebagai batas alam dengan DAS di sekitarnya. Ada 3 sungai utama yang mengalir dari Utara ke Selatan dari DAS Merawu, yaitu S. Merawu, S. Urang dan S. Penaraban. DAS Merawu menyumbang sedimen hasil erosi yang terbesar ke dalam Waduk Mrica sebagai salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Air, yaitu rata-rata sebesar 10,41 mm/tahun (PT. Indonesia Power, 2009).

BIODATA



Bambang Sulistyo lahir di Yogyakarta, 6 September 1962. Putra pertama dari Peltu (Purn) Rasmoen, pensiunan TNI AD dari Topografi Daerah IV Diponegoro, yang tinggal di kampung Blimbingsari, Terban, Yogyakarta.

Terinspirasi oleh pekerjaan ayahnya, setelah lulus dari SMAN 1 Yogyakarta tahun 1981 melanjutkan kuliah di Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik UGM yang diselesaikan pada tahun 1986.

Sejak tahun 1987 menjadi Dosen di Universitas Bengkulu, Bengkulu.

Pada tahun 1991 memperoleh beasiswa dari *The Netherlands Fellowship Program* untuk mengikuti Post-Graduate Diploma di ITC, Enschede, Belanda. Program Studi yang diambil yaitu *Integrated Map and Geoinformation Production*. Tidak memperoleh gelar MSc, yang semestinya tinggal satu tahun lagi untuk dijalani, karena kasus *Pronk* (yang berkaitan dengan IGGI) yang menyebabkan Pemerintah RI menolak semua bantuan Belanda, termasuk beasiswa.

Pada tahun 1993 memperoleh beasiswa satu tahun dari *EC-ASEAN Fellowship Program*. Beasiswa tersebut sebenarnya dimaksudkan untuk melanjutkan Program Master di ITC yang sempat tertunda. Namun sayangnya, karena adanya sistem kuota, tidak dapat melanjutkan studi di ITC. Sebagai gantinya, dipilih Institute of Geography, Technical University of Berlin, Berlin, Jerman. Di TU Berlin diperdalam ilmu tentang *Digital Image Processing and GIS*, dan diselesaikan dengan predikat *Cumlaude*.

Pada tahun 1995 dengan beasiswa BPPS dari Depdikbud melanjutkan Program Pascasarjana di UGM dengan mengambil Penginderaan Jauh sebagai spesialisasinya. Program ini diselesaikan dalam waktu 1 tahun 10 bulan, pada tahun 1997, dengan predikat *Cumlaude*, lulusan pertama dari 20 mahasiswa seangkatannya.

Pada tahun 2008 dengan beasiswa BPPS dari Depdiknas melanjutkan Program Doktor di Fakultas Geografi, UGM dengan mengambil Penginderaan Jauh sebagai spesialisasinya. Program ini diselesaikan dalam waktu 2 tahun 9 bulan, pada tahun 2011, dengan predikat *Cumlaude*, lulusan pertama dari 25 mahasiswa seangkatannya.

Beberapa artikel telah diterbitkan di beberapa jurnal, diantaranya adalah: *Berita Topografi*, *Warta Inderaja*, *The Indonesian Journal of Geography*, *Majalah Geografi Indonesia*, *Jurnal Penelitian LP Unib*, *Akta Agrosia*, *Media Teknik*, *Jurnal Ilmu Kehutanan*, *AGRITECH*, *Jurnal Tanah Tropika* dan *Jurnal Manusia dan Lingkungan*.

PROOF

Upaya perbaikan kondisi lingkungan melalui program rehabilitasi lahan kritis akan terlaksana dengan baik sepanjang dapat diperoleh informasi yang akurat tentang distribusi dan jumlah lahan kritis. Salah satu data yang diperlukan adalah mengenai penyebaran erosi. Umumnya erosi diprediksi dari suatu model, dan USLE (*Universal Soil Loss Equation*) dipilih sebagai model oleh banyak negara, termasuk Indonesia. Namun penggunaan USLE ini dinilai memiliki ketidakpastian yang tinggi lantaran metode berbasis vektor yang digunakannya banyak melibatkan penyederhanaan dalam analisisnya.

Kelengahan ini sebenarnya berangkat dari lokasi pengembangan USLE sendiri, yakni di daerah pertanian Amerika Utara yang memiliki karakteristik iklim sedang, topografi tidak bergunung-gunung, dengan sistem pertanian dan konservasi yang konsisten. Kenyataan inilah yang mendorong perlunya dilakukan modifikasi dalam menggunakan USLE di luar wilayah Amerika Utara. Beberapa modifikasi amat diperlukan, khususnya dalam menentukan besarnya masing-masing variabel penyusun persamaan USLE sehingga akan diperoleh perkiraan erosi yang lebih memadai. Dalam konteks modifikasi inilah Penginderaan Jauh Digital telah dimanfaatkan sebagai perangkat masukan ke dalam USLE. Melalui buku ini, akan dikemukakan tatacara operasional dalam pemodelan spasial erosi berbasis raster melalui integrasi antara data Penginderaan Jauh Digital dan analisis Sistem Informasi Geografis (SIG).

Dr. Ir. BAMBANG SULISTYO, Dipl.GIS., M.Si. — Dosen di Universitas Bengkulu, Bengkulu sejak 1984 ini aktif menulis di berbagai jurnal ilmiah. Ia menamatkan pendidikan sarjana (SI) di Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta (tamab, 1985). Tahun 1991 memperoleh beasiswa dari *The Netherlands Fellowship Program* untuk mengikuti *Post-Graduate Diploma* di ITC Enschede Belanda, dengan program studi *Integrated Map and Geoinformation Production*. Tahun 1993 memperoleh beasiswa satu tahun dari *EC-ASEAN Fellowship Program*, dan mengikuti *Digital Image Processing and GIS* di Institute of Geography, Technical University of Berlin, Berlin, dan lulus dengan predikat *cum laude*. Tahun 1995, dengan beasiswa BPP3 dari Depdikbud, melanjutkan di Program Pascasarjana UGM dengan spesialisasi Penginderaan Jauh. Program ini diselesaikannya tahun 1997 dengan predikat *cum laude*. Pada tahun 2008, dengan beasiswa BPP5 dari Depdiknas, melanjutkan Program Doktorat di Fakultas Geografi, UGM dengan spesialisasi Penginderaan Jauh, dan diselesaikannya tahun 2011 dengan predikat *cum laude*.

LOKUS

TIARA WAGANA GROUP



ISBN 978-602-07622-8-6



Yogyakarta, 9 November 2011

Yth. Dr.Ir. Bambang Sulisty, Dipl.GIS, M.Si.

Di Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

Jalan Raya Kandang Limun Bengkulu

Dengan hormat,

Kami beritahukan bahwa buku Pemberian Bapak yang berjudul “ Penginderaan Jauh Digital :
Terapannya Dalam Pemodelan Erosi Berbasis Raster “ sebanyak 1 (satu) eksemplar , telah
kami terima dalam keadaan baik.

Buku tersebut sangat berguna bagi Perpustakaan Fakultas Geografi UGM.

Kami mengucapkan terima kasih atas pemberian buku tersebut.

Atas perhatian dan pemberiannya, kami ucapkan terima kasih.

Koordinator Perpustakaan,



Purwani Istiana, SIP

NIP.1973062320022122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BENGKULU

UPT PERPUSTAKAAN

Jalan W.R. Supratman, Kandang Limun Bengkulu Kode Pos 38371

Telpon/Faxsimile (0736) 24144 ; Telpon. (0736) 21170 Pswt. 211,

Laman <http://library.unib.ac.id>; email : perpus@library.unib.ac.id

Nomor : 199 /H30.12/LL/2011
Lampiran : 1 (satu) exemplar Buku
Perihal : Tanda Terima Buku dan ucapan Terima Kasih

Yth. Dr. Ir. Bambang Sulisty, Dipl. GIS, M.Si
Dosen fakultas Pertanian Jurusan Budi Daya pertanian
Universitas Bengkulu

UPT Perpustakaan Universitas Bengkulu telah menerima sumbangan Buku yang berjudul :

No.	Judul	Jumlah	Keterangan
1	Penginderaan Jauh Digital (terapannya dalam Pemodelan Erosi Berbasis Raster)	1 Exp	Baik

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami ucapkan terima kasih.



Kepala,

Dr. Bambang Gonggo, M. M.S
NIP. 19590714 198603 1 003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES)

UPT PERPUSTAKAAN

Gedung G, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang - 50229 Telp. (024) 8508086, Fax. (024) 8508086

TANDA TERIMA

UPT Perpustakaan Universitas Negeri Semarang telah menerima 1 (satu) eks. Buku
Berjudul "PENGINDERAAN JAUH DIGITAL"
(Terapan dalam Pemodelan Berbasis Raster)

Disusun : Dr. Ir. Bambang Sulistyono, Dipl.GIS.,M.Si

Semarang, 4 January 2012





UNTAD

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL R.I.
UNIVERSITAS TADULAKO
UPT. PERPUSTAKAAN

Kampus Bumi Tadulako Tondo
Jl. Soekarno Hatta Km.9 Telp : (0451) 428618 Fax: (0451) 428618
email: untad@untad.ac.id
Palu - Sulawesi Tengah 94118

Nomor : 080/UN28.13/PK/2011
Lampiran :
Perihal : UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Yth: **Dr.Ir.Bambang Sulistyo, Dipl.GIS, M.Si**

di- **Tempat**

Dengan hormat

Bersama ini disampaikan bahwa kami telah menerima kiriman bahan pustaka dengan surat tanggal . 07. . . . **November** . . . 2011 . . .
dan bahan pustaka tersebut kami telah terima dalam keadaan baik dan lengkap. Selanjutnya kami mengharapkan agar kiriman/bantuan seperti ini berlangsung secara rutin guna menambah koleksi pada perpustakaan kami.

atas kiriman serta kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

Palu, 21 **November** 2011

Kepala,



Drs. I Gede Surata, M.Si
Nip. 19661001 199103 1 001



UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEODESI

Nomor : 142/H1.17/TGD/LK/2012
Hal : Tanda terima sumbangan Buku

19 Maret 2012

Kepada : Yth. Dr. Ir. Bambang Sulistyono, Dipl. GIS, M.Si.
Staf Pengajar Fakultas Pertanian
Universitas Bengkulu.

Dengan hormat,

Melalui surat ini, saya ucapkan terima kasih atas sumbangan 1 (satu) buah Buku:
"Penginderaan Jauh Digital: Terapannya dalam Pemodelan Erosi berbasis Raster"
(Penerbit: Lokus Tiara Wacana Group) karya Saudara kepada Unit Referensi
Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM dengan teriring ucapan "selamat
dan sukses untuk terus berkarya".

Ketua Jurusan Teknik Geodesi
Fakultas Teknik UGM



Ir. Djurdjani, MSP., M.Eng., Ph.D
NIP. 195808201985021001