

**PEMANFAATAN CITRA DIGITAL MULTISPEKTRAL LANDSAT TM  
UNTUK IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK PANTULAN SPEKTRAL  
KELEMBABAN TANAH PERMUKAAN  
Studi Kasus : Sebagian Kabupaten Klaten**

Nurhayati

ayyakpj07@yahoo.com

Taufik Hery Purwanto

taufik@ugm.ac.id

**ABSTRACT**

*Klaten Regency was selected as research area because most of the agricultural land in the form of land use that is possible to have varying surface soil moisture. The purpose of this research are to study studying the spectral reflectance characteristics of the surface soil at different soil moisture conditions at each band of multispectral Landsat TM image. This research uses multispectral Landsat TM image channels 1, 2, 3, 4, 5, and channel 7 of 2007 and Indonesian's Topographic Map. Tapping spectral information of surface soil moisture using spectral transformation method (wetness index approach) followed by sampling of surface soil moisture using purposive sampling method. The result showed that the spectral reflectance of land with a low moisture content increased in the visible, NIR (Near Infrared), MIR (Middle Infrared) spectrum but is increasing the moisture content of the soil, spectral reflectance decreased especially in the MIR (Middle Infrared) spectrum. The best channel of digital multispectral Landsat TM image that representing the surface soil moisture is channel 5 of Landsat TM image with correlation coefficient of 0,722 and determination coefficient of 0,522.*

**Keywords :** *Remote sensing, surface soil moisture, spectral reflectance of soil, index of transformation soil wetness.*

**ABSTRAK**

Kabupaten Klaten dipilih sebagai lokasi penelitian karena sebagian besar penggunaan lahan berupa lahan pertanian yang dimungkinkan memiliki kelembaban tanah permukaan yang bervariasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari karakteristik spektral kelembaban tanah pada masing – masing saluran citra digital multispectral Landsat TM. Penelitian ini memanfaatkan citra digital multipsektoral Landsat TM saluran 1, 2, 3, 4, 5 dan 7 tahun 2007 dan Peta Rupa Bumi Indonesia. Penyadapan informasi spektral kelembaban tanah permukaan menggunakan metode transformasi spektral (pendekatan indeks kebasahan) yang dilanjutkan dengan pengambilan sampel kelembaban tanah permukaan menggunakan metode *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pantulan spektral tanah dengan kadar kelembaban rendah meningkat pada spektrum tampak mata (*visible*) spektrum inframerah dekat dan spektrum Inframerah Tengah tetapi semakin bertambah kadar kelembaban pada tanah pantulan spektral tanah mengalami penurunan terutama pada spektrum Inframerah Tengah. Saluran terbaik yang merepresentasikan kelembaban tanah permukaan yaitu saluran 5 citra digital Landsat multispektral TM dengan koefisien korelasi (*r*) sebesar 0,722 dan koefisien determinasi sebesar 0,722.

**Kata kunci :** Kelembaban tanah permukaan, pantulan spektral tanah, transformasi indeks kebasahan

## PENDAHULUAN

Kandungan air dalam tanah merupakan salah satu kunci variabel dalam proses hidrologi yang berperan penting dalam menentukan ketersediaan air dalam tanah sebagai unsur yang fundamental. Informasi kelembaban tanah sangat penting bagi pakar pertanian sebagai penentu tingkat kelayuan tanaman, dengan diketahuinya informasi tingkat kelembaban tanah maka dapat dilakukan tindakan dalam hal penentuan waktu irigasi sehingga tepat sasaran dalam menyelamatkan pertanian (Hardy, 1980 dalam C.P.Lo, 1996). Ketersediaan air tanah dalam jumlah yang cukup sangat berguna bagi pertumbuhan suatu tanaman atau vegetasi, walaupun kemampuan tanah dalam menahan air dapat bervariasi menurut fisik tanahnya. Kelembaban tanah berkaitan dengan kapasitas tanah untuk mengikat dan menyimpan air, semakin tinggi jumlah air dalam tanah maka semakin tinggi pula kadar kelembaban dalam tanah.

Mengidentifikasi kelembaban tanah melalui data penginderaan jauh sangat bermanfaat untuk menekan operasional dan biaya serta menambah efektivitas. Selain itu dengan ketersediaan data penginderaan jauh memungkinkan dilakukan penelitian pada cakupan wilayah yang luas. Informasi dari data penginderaan jauh merupakan informasi yang penting untuk mendukung kegiatan pertanian, banjir, kekeringan dan erosi tanah karena kandungan kelembaban di setiap jenis tanah berbeda – beda baik itu kadar air yang terkandung maupun kecepatan infiltrasi, karena akan berpengaruh untuk keadaan tanah dalam menyimpan ketersedian air pada musim kemarau. Penelitian ini menggunakan data citra digital multispectral Landsat TM untuk mendekripsi kadar kelembaban tanah permukaan. Citra Landsat TM memiliki 7 saluran pada spektrum tampak mata (*visible*), Inframerah dekat dan Inframerah Tengah.

Sifat dari pantulan tanah memiliki korelasi yang positif dengan panjang

gelombangnya yang artinya semakin besar panjang gelombang maka pantulan tenaga elektromagnetik oleh tanah juga semakin besar pada kondisi objek dan panjang gelombang yang berbeda, tenaga elektromagnetik yang dipantulkan ke objek akan berbeda tergantung pada jenis materi dan kondisinya. Pantulan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kandungan kelembaban, tekstur tanah, kandungan oksida besi, kekasaran permukaan dan kandungan bahan organik. Kemampuan tanah untuk mengikat dan menyimpan air berkaitan dengan kadar air dalam tanah, semakin tinggi jumlah air yang ada dalam tanah semakin tinggi pula kadar kelembaban tanah tersebut. Tanah yang lembab biasanya memiliki rona yang gelap pada citra dikarenakan air yang ada dalam tanah tersebut cenderung menyerap spektrum elektromagnetik.

Karakteristik spektral merupakan besaran terukur yang dimiliki suatu objek pada satu atau beberapa julat panjang gelombang (Reeves, 1975). Informasi mengenai karakteristik spektral pada suatu objek dapat diidentifikasi melalui kurva pantulan spektral. Adanya kandungan air di tanah akan mengurangi pantulannya, sehingga pada kondisi tanah yang berbeda yaitu tanah yang kering dan basah akan mempengaruhi amplitudo dari kurva pantulan tanah tersebut. Selanjutnya, Sifat spektral tanah yang dikorelasikan pada masing – masing saluran citra Landsat TM digunakan untuk memperoleh saluran terbaik yang merepresentasikan kelembaban tanah permukaan dan hubungannya dengan kelembaban tanah permukaan di lapangan.

## METODE PENELITIAN

### Alat

1. Seperangkat computer untuk pengolahan data dan penulisan laporan.
2. Software ENVI 4.3, Arc GIS 9.3, Microsoft Office untuk pengolahan data dan analisis data.
3. Peralatan lapangan meliputi :
  - Printer

- *Global Positioning System (GPS)*
- *Soil Moisture Tester*
- Kamera digital
- Alat tulis
- Sekop kecil
- Tabel isian lapangan

### Bahan

1. Citra digital multispektral Landsat TM saluran 1, 2, 3, 4, 5 dan 7 perekaman tanggal 20 Juni 2007
2. Peta Rupa Bumi Indonesia lembar Jabung (1408-313), lembar Klaten (1408-331), lembar Timoho (1408-224)
3. Peta Jenis Tanah Kabupaten Klaten 1 : 50.000

### Tahap Pemrosesan Citra Digital

#### a. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dimaksudkan untuk memperbaiki nilai – nilai piksel pada citra agar sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran kenyataan sebenarnya. Proses koreksi radiometrik dalam penelitian ini beberapa tahapan yang dimulai dari mengkonversi nilai digital number (DN) menjadi “*radiance at sensor*”, mengubah *radiance at sensor* ke nilai reflectance pada citra Landsat TM menggunakan algoritma *sunlight correction*, dan koreksi atmosfer menggunakan metode *histogram adjusment* atau *dark pixel subtraction*.

#### b. Pemotongan citra dan Koreksi Geometrik

Pemotongan citra dikerjakan untuk membatasi daerah penelitian pada citra Landsat TM. Setelah dilakukan pemotongan citra, langkah selanjutnya adalah koreksi geometrik. Metode yang digunakan adalah *image to map* dengan menggunakan data acuan peta yang sudah terkoreksi. Proses *resampling* atau pengembalian posisi nilai piksel dari citra yang belum terkoreksi ke posisi setelah terkoreksi dilakukan dengan metode interpolasi intensitas *nearest neighbor*.

#### c. Transformasi NDVI

Transformasi NDVI dilakukan untuk mendapatkan informasi penutup lahan secara relative yang meliputi objek tanah, vegetasi dan air. Transformasi ini menggunakan saluran merah dan inframerah pada citra Landsat TM.

#### d. Pemisahan Area Tanah Terbuka

Proses pemisahan area tanah terbuka dikerjakan dengan tujuan untuk mendapatkan daerah yang merepresentasikan objek tanah terbuka saja. Pada tahap ini digunakan teknik *masking* untuk membatasi piksel yang tidak digunakan dalam pemrosesan citra digital selanjutnya sehingga informasi yang tidak diperlukan tidak ikut terproses.

#### e. Penyadapan Informasi Spektral Tanah Permukaan

Penyadapan informasi spektral tanah terbuka dikerjakan dengan menerapkan transformasi indeks kebasahan (*wetness index*) yang diterapkan pada citra *at surface reflectance* Landsat TM yang merepresentasikan tanah terbuka saja.

$$\begin{aligned} \text{kebasahan} = & 0,13929\text{TM1} + 0,22490\text{TM2} \\ & + 0,40359\text{TM3} + 0,25178\text{TM4} \\ & - 0,70133\text{TM5} - 0,45732\text{TM7} \end{aligned}$$

### Tahap Kerja Lapangan

Pengambilan sampel kelembaban tanah menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan dari hasil pengelasan nilai transformasi indeks kebasahan dan pada lokasi dengan kondisi tanaman yang minimal misal pada sawah pasca panen. Waktu pengambilan sampel disesuaikan dengan waktu perekaman citra yaitu pada musim kemarau dengan asumsi bahwa keadaan lapangan pada saat pengambilan sampel sama atau tidak jauh berbeda dengan data citra Landsat TM dalam hal curah hujan dan evaporasi. Pengukuran kadar kelembaban tanah aktual di lapangan diukur dengan menggunakan alat ukur kelembaban tanah yaitu *soil moisture tester*. Pada tahap ini juga dilakukan plotting sampel yang

dikerjakan dengan bantuan GPS dan Peta Rupabumi Indonesia.

### Tahap Pengolahan data dan Analisis data

Pada tahap ini dilakukan analisis data yaitu analisis data analisis karakteristik spektral pantulan kelembaban tanah permukaan dan secara statistik. Analisa karakteristik spektral pantulan kelembaban tanah digunakan untuk memperoleh keterkaitan antara karakteristik pantulan spektral dengan kelembaban tanah permukaan yang berbeda. Kemudian disajikan dalam bentuk grafik kurva pantulan spektral antara nilai spektral tanah terbuka dengan kadar kelembaban tanah permukaan (%). Analisis statistik meliputi analisis korelasi dan analisis regresi. Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan nilai indeks (transformasi indeks kebasahan) dengan nilai kelembaban tanah permukaan di lapangan. Analisis tersebut sekaligus dapat untuk menetapkan saluran spektral mana yang memiliki kontras yang tinggi antara pantulan spektral pada berbagai kelembaban tanah dengan kadar kelembaban tanah aktual.

### Estimasi Kandungan Kelembaban Tanah Permukaan

Estimasi kandungan kelembaban tanah permukaan diperoleh dari pemodelan empiris menggunakan persamaan regresi terhadap nilai kandungan kelembaban tanah permukaan dan nilai spektral citra penginderaan jauh.

### Uji Akurasi Kelembaban Tanah Permukaan

Uji akurasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan setiap model empiris dalam menjelaskan kandungan kelembaban tanah permukaan di lapangan. Metode yang digunakan untuk uji akurasi yaitu standar error of estimate (SE), akurasi maksimum (AccMax) dan akurasi Minimum (AccMin). SE dibangun dari perbandingan antara data lapangan dengan nilai hasil estimasi kandungan kelembaban tanah.

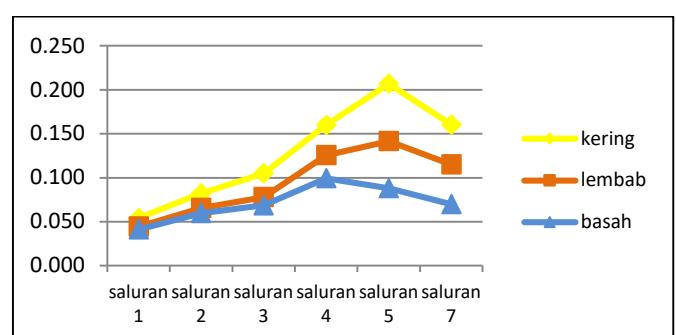
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Nilai Spektral Kelembaban Tanah Permukaan Pada Data Digital Citra Landsat TM dengan Kelembaban Tanah Permukaan

Analisis spektral kelembaban tanah permukaan merupakan analisis nilai spektral pada masing – masing saluran citra Landsat TM terhadap kelembaban tanah permukaan aktual yang diwujudkan dalam bentuk grafik pantulan spektral pada tiga kelas kelembaban tanah. Nilai pantulan spektral yang tersaji pada tabel 1 merupakan nilai pantulan rata – rata piksel kelembaban yang disadap oleh masing – masing saluran atau band tunggal citra Landsat TM. Presentase nilai spektral mewakili karakteristik pantulan spektralnya pada masing – masing kelas kelembaban tanah. Pada tabel 1 dan kurva (gambar 1) yang disajikan kelas kelembaban tanah diwakili pada kelas kering, lembab dan basah.

Tabel 1 Nilai Spektral kelembaban tanah permukaan pada data digital citra Landsat TM

Kelas Kelembaban	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	saluran 7
kering	0.054	0.082	0.105	0.160	0.207	0.160
lembab	0.044	0.066	0.078	0.126	0.142	0.115
basah	0.041	0.060	0.069	0.099	0.088	0.070



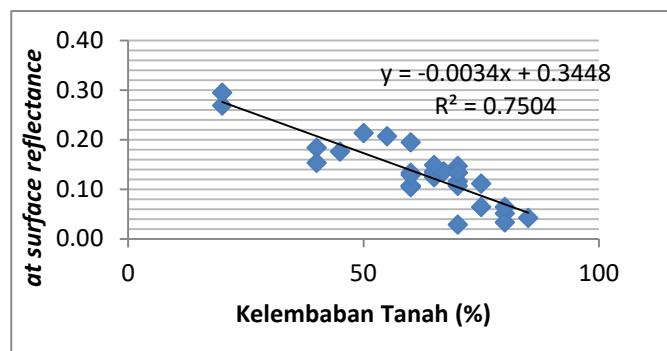
Gambar 1. Kurva pantulan spektral (%) tanah pada data digital multispectral Landsat TM pada kandungan kelembaban yang berbeda

Respon spektral kelembaban tanah permukaan meningkat seiring dengan bertambahnya panjang gelombang. Peningkatan respon spektral tersebut dapat

diamati pada panjang gelombang di spektrum tampak mata (*visible*), perubahan semakin jelas terlihat pada panjang gelombang yang semakin besar yaitu pada spektrum inframerah. Tanah pada kondisi kelembaban yang rendah atau pada tanah yang kering menunjukkan reflektansi yang tinggi dan meningkat dengan bertambahnya panjang gelombang sebaliknya semakin lembab atau basah suatu tanah maka reflektansi pada citra digital mengalami penurunan atau semakin rendah. Berdasarkan gambar 1 dapat diamati pada tanah yang kering mengalami peningkatan respon spektral dari saluran 1 sampai saluran 5 dan menurun pada saluran 7 citra digital Landsat TM, pada tanah yang lembab terjadi peningkatan respon spektral yang sama namun lebih rendah dari tanah yang kering. Pada tanah yang basah peningkatan respon spektral terjadi sampai saluran 4 citra digital Landsat TM dan terjadi penurunan pada saluran 5 dan saluran 7 citra Landsat TM. Penurunan respon spektral pada tanah dengan kelembaban yang tinggi terutama terjadi pada saluran serapan air yaitu pada panjang gelombang 0,9  $\mu\text{m}$ , 1,4  $\mu\text{m}$ , 1,9  $\mu\text{m}$ , 2,2  $\mu\text{m}$  dan 2,7  $\mu\text{m}$ . Penurunan respon spektral tanah yang disebabkan oleh bertambahnya kandungan air dalam tanah terlihat signifikan pada saluran 5 dan saluran 7 citra digital Landsat TM.

#### **Hubungan Kelembaban Tanah Permukaan Dengan Nilai Spektral Pada Data Digital Citra Landsat TM**

Hubungan kelembaban tanah permukaan dengan nilai spektral pada citra Landsat TM diketahui dengan analisis korelasi dan regresi. Penelitian ini menggunakan 30 sampel kelembaban tanah permukaan dari total 55 sampel kelembaban tanah permukaan yang digunakan untuk membangun model korelasi dan regresi sedangkan 25 sampel kelembaban tanah permukaan digunakan sebagai sampel uji akurasi. Analisis bersifat kuantitatif dengan pendekatan metode korelasi *product moment*.



Gambar 2. Grafik Hubungan nilai spektral saluran 5 Landsat TM dengan kelembaban tanah aktual.

Saluran 5 adalah saluran inframerah tengah I ( 1,55 – 1,75)  $\mu\text{m}$  dengan persamaan  $y = -0,003x + 0,344$  dan koefisien determinasi sebesar ( $R^2$ ) 0,750 berarti pengaruh kelembaban tanah terhadap nilai spektral citra sebesar 75 % sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Gambar 2. menunjukkan grafik hubungan nilai spektral pada saluran 5 dengan kelembaban tanah aktual memiliki persamaan negatif dengan garis linier yang berbanding terbalik yang menunjukkan bahwa semakin kecil nilai spektral pada citra maka semakin tinggi kelembaban tanahnya. Sebaliknya semakin tinggi nilai spektral pada citra maka semakin rendah kelembaban tanahnya.

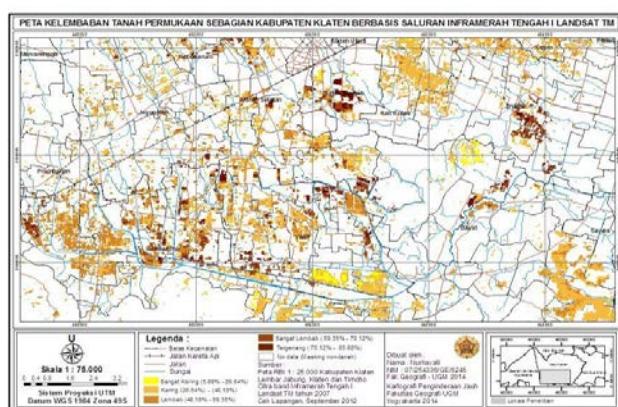
Tabel 2. Nilai  $r$ ,  $R^2$ , AccMax dan AccMin untuk pemodelan empiris kandungan kelembaban tanah citra Landsat TM

Input	$r$	$R^2$	SE	AccMax (%)	AccMin (%)
Saluran1	0,496	0,264	18,93	66,15	55,48
Saluran 2	0,531	0,282	18,87	66,61	60,54
Saluran 3	0,370	0,137	18,22	67,76	61,89
Saluran4	0,738	0,546	18,41	67,42	61,49
Saluran 5	0,866	0,750	17,22	69,53	63,98
Saluran 7	0,804	0,647	17,37	69,27	63,68

Tabel 2 menunjukkan bahwa saluran pada citra Landsat TM yang memenuhi hipotesis adalah saluran 4 ( $r = 0,738$  dan  $R^2 = 0,546$ ), saluran 5 ( $r = 0,866$  dan  $R^2 = 0,750$ ) dan saluran 7 ( $r = 0,804$  dan  $R^2 = 0,647$ ) Pada saluran 3 nilai korelasi hampir mendekati hipotesis dengan nilai  $r = 0,370$

dan  $R^2 = 0,137$ , sedangkan pada saluran 1 dan saluran 2 menunjukkan nilai korelasi yang rendah. Oleh sebab itu hanya tiga saluran dari citra Landsat TM dan transformasi indeks kebasahan yang dapat digunakan sebagai data masukan untuk uji akurasi.

Lebih lanjut, dari hasil analisis akurasi kandungan kelembaban tanah permukaan diketahui bahwa pada saluran tunggal citra Landsat TM (*at surface reflectance*) saluran 5 memiliki nilai SE sebesar 17,22, AccMax 69,53% dan AccMin sebesar 63,98% yang menunjukkan akurasi paling baik dibandingkan dengan saluran 4 dan saluran 7 yang memiliki nilai SE sebesar 18,41 dan 17,37, AccMax sebesar 67,42 % dan 69,27 %, AccMin sebesar 61,49 dan 63,68%.



Gambar 4. Peta kelembaban tanah permukaan berbasis saluran inframerah tengah I citra digital Landsat TM.

Berdasarkan hasil dari analisis statistik dan uji akurasi maka dapat diketahui bahwa saluran 5 citra Landsat TM yaitu citra kelembaban tanah permukaan berbasis saluran inframerah tengah I merupakan saluran tunggal terbaik dari citra digital Landsat TM yang dapat merepresentasikan kelembaban tanah permukaan dan digunakan sebagai input dalam pembuatan peta estimasi kelembaban tanah permukaan.

Peta estimasi kelembaban tanah permukaan tersebut (Gambar 4) memiliki 5 kelas kelembaban yaitu sangat kering (5,89 – 26,64)% , kering (26,64 – 48,18)% , lembab (48,18 – 59,35)% , sangat lembab (59,35 – 70,12)% dan basah (70,12 – 85,86)% . Kelas kelambaban sangat kering dan kering tersebar di kecamatan Gantiwarno bagian selatan, Kecamatan Bayat dan Kecamatan Gantiwarno Bagian Selatan. Kecamatan Kalikotes, Kecamatan Trucuk Bagian Utara, dan Kecamatan Pedan. Tanah lembab tersebar di Kecamatan Prambanan, Kecamatan Gantiwarno bagian utara, Kecamatan Wedi bagian Utara, Klaten Selatan Kecamatan Manisrenggo, Kecamatan Kebonarum dan Kecamatan Klaten Utara, Kecamatan Jogonalan. Tanah basah dan tergenang tersebar di Kecamatan Klaten Tengah dan Kecamatan Trucuk bagian selatan.

## KESIMPULAN

1. Kurva pantulan spektral meningkat pada spektrum *visible* (tampak mata), spektrum inframerah dekat, spectrum inframerah tengah pada tanah dengan kelembaban rendah, namun semakin tinggi kandungan kelembaban dalam tanah pantulan spektral mengalami penurunan terutama pada kelas kelembaban basah dan lembab pada saluran inframerah tengah I dan inframerah tengah II karena terjadi serapan air yang kuat pada kedua saluran ini.
2. Nilai spektral pada masing – masing saluran citra Landsat TM memiliki korelasi yang negatif dengan kelembaban tanah permukaan yang artinya peningkatan nilai spektral tidak diikuti atau berbanding terbalik dengan kelembaban tanah permukaan. Pada nilai spektral hasil transformasi indeks kebasahan tanah dengan kelembaban tanah permukaan menunjukkan korelasi positif yaitu peningkatan nilai spektral tanah diikuti dengan peningkatan kelembaban tanah permukaan.

3. Berdasarkan analisis hubungan nilai spektral kelembaban tanah permukaan dengan kelembaban tanah aktual diperoleh bahwa saluran 5 citra digital multispektral Landsat TM yaitu saluran inframerah tengah I merupakan saluran terbaik yang merepresentasikan kelembaban tanah permukaan dengan koefisien korelasi ( $r$ ) tertinggi 0,722 dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,522 mempunyai akurasi dengan SE sebesar 17,22, AccMax 69,53% dan AccMin 63,98%.

## DAFTAR PUSTAKA

- C.P.Lo, 1996, *Penginderaan Jauh Terapan*, Jakarta: UI.Press.
- Crist, E. P. and R.C. Cicone, 1984, *Application of the Tasseled-Cap Concept and to Simulated Thematic Mapper Data*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 50, pp. 343-352.
- Danoedoro. Projo. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Fakultas Geografi.
- Hardy, J.R., 1980, *Survey of Methods for the Determination of soil Moisture Content by Remote Sensing, in Remote Sensing Application in Agriculture and Hydrology*. Edited by Georges Fraysse, 1980, Rotterdam : A.A. Balkema.
- Hoffer, Roger M. , 1978. *Biological Physical Consideration in Applying Computer Aided Analysis Technique to Remote Sensor Data, in Remote Sensing: The Quantitive Approach*. Edited by Philip H. Swain and Sherley M. Davis . New York: McGraw Hill.
- Indrawati, Like. 2001. *Karakteristik Pantulan Spektral Kandungan Kelembaban Tanah Permukaan Pada Data Digital Multispektral Landsat TM di Sebagian Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. Skripsi S1. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.

Jensen, J.R. 2005. *Introductoy Digital Image Processing (Third Edition)*. London : Prentice Hall.

Sukarmen, dkk. 2007. *Hubungan Spektral Citra Landsat-7 ETM dengan Beberapa Sifat Tanah*. Jurnal tanah dan Iklim.