

ANALISIS SENSOR LANDSAT 7 ETM + PANJANG GELOMBANG 1,55-1,75 μm DAN 8-14 μm UNTUK IDENTIFIKASI LENGAS TANAH

Agung Mulyo Widodo
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Esa Unggul, Jakarta
Jalan Arjuna No.9 Jakarta Barat, DKI Jakarta
agung,mulyo@esaunggul.ac.id

Abstract

Remote sensing data is basically a form of information on the characteristics of objects when interacting with electromagnetic waves. The remote sensing system is based on the energy reflected by objects, while the thermal system is based on the energy emitted by objects. Analysis was conducted to determine differences in soil characteristics due to their interaction with electromagnetic waves in the form of reflections and rays to determine soil moisture. Based on the results of image processing and analysis carried out, it is obtained that the thermal system is more suitable to be used for soil moisture identification because it provides better gray value information than the reflection system where the study results show that the study location has a soil moisture value of 1 - 10%.

Keywords: *Remote Sensing, Moisture*

Abstrak

Data penginderaan jauh pada dasarnya merupakan bentuk informasi dari karakteristik benda bila berinteraksi dengan gelombang elektromagnetik. Sistem penginderaan jauh pantulan didasarkan atas energi yang dipantulkan oleh benda, sedangkan sistem termal didasarkan atas energi yang dipancarkan oleh benda. Analisis dilakukan untuk mengetahui perbedaan karakteristik tanah akibat interaksinya dengan gelombang elektromagnetik yang berupa pantulan maupun pancaran untuk mengetahui lengas tanah. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis citra yang dilakukan diperoleh bahwa sistem termal lebih cocok digunakan untuk identifikasi lengas tanah karena memberikan informasi nilai keabuan yang lebih baik daripada sistem pantulan dimana dari kajian diperoleh hasil bahwa lokasi kajian memiliki nilai lengas tanah 1 – 10 %.

Kata kunci : Penginderaan Jauh, Lengas Tanah

Pendahuluan

Jumlah air yang tersimpan dalam tanah sangatlah penting untuk manajemen agrikultur. Air pada lapisan tanah yang paling atas merupakan bagian yang penting dari jumlah total air yang digunakan untuk keseimbangan sistem bumi-atmosfer dan merupakan parameter penting dalam beberapa disiplin ilmu yang berhubungan dengan hidrologi seperti cuaca, iklim dan pertanian. Kandungan air dalam tanah (lengas tanah) mempengaruhi erosi tanah, evapo-transpirasi dan perkembangan insekta di dalam tanah. Metode klasik pengukuran lengas tanah seperti sampling gravimetrik berguna untuk pengukuran lengas tanah pada daerah yang sempit. Tetapi untuk pengukuran lengas tanah pada daerah yang luas, hal ini sulit dilakukan karena terbentur dengan waktu dan biaya.

Metode *remote sensing* di sini menawarkan suatu alternatif terhadap metode yang sudah ada karena bisa mengcover daerah yang luas dalam periode waktu yang pendek. Oleh sebab itu informasi tentang kandungan air dalam tanah dengan menggunakan remote sensing, akan mendapatkan hasil yang lebih baik daripada sekedar pengujian sampel di laboratorium. Penggabungan informasi hasil olah citra dengan hasil uji laboratorium, memungkinkan semakin tepat dan akuratnya nilai lengas tanah suatu daerah. Kemampuan identifikasi perubahan dalam kelembaban tanah diselidiki melalui pengamatan dari satelit UK TechDemoSat-1 (TDS-1) yang mengorbit rendah meskipun kemampuan untuk merasakan variabel ini dari ruang angkasa belum

dikuantifikasi. Data dari TDS-1 menunjukkan sensitivitas 7 dB dari sinyal yang dipantulkan terhadap perubahan temporal kelembaban tanah. Jika efek dari kekasaran permukaan dan vegetasi pada sinyal yang dipantulkan dapat dikuantifikasi, penerima radar bistatic GNSS yang ditempatkan di luar angkasa dapat memberikan kelembaban tanah pada skala spasial dan temporal yang relatif kecil [1]. Kelembaban tanah merupakan variabel penting dalam hidrologi permukaan tanah karena mengontrol jumlah air yang meresap ke dalam tanah dan mengisi kembali tabel air versus jumlah yang berkontribusi pada limpasan permukaan dan untuk menyalurkan aliran.

Namun pengamatan kelembaban tanah pada skala titik sangat jarang dan mengamati jaringan mahal untuk dipelihara. Sensor satelit dapat mengamati area yang luas tetapi resolusi spasialnya bergantung pada frekuensi gelombang mikro, dimensi antena, dan ketinggian di atas permukaan bumi. Semakin tinggi sensor, semakin rendah resolusi spasial dan pada ketinggian rendah pesawat ruang angkasa akan menggunakan lebih banyak bahan bakar. Resolusi spasial yang lebih tinggi membutuhkan antena berdiameter lebih besar yang pada gilirannya membutuhkan lebih banyak bahan bakar untuk mempertahankan ruang. Dengan adanya masalah perlu dilakukan usaha untuk menurunkan skala data sehingga dibutuhkan data tambahan dan produk model, yang semuanya digunakan di sini untuk mengembangkan kelembaban tanah beresolusi spasial tinggi [2]. Sensor radar pada frekuensi L-band, telah menunjukkan harapan yang baik untuk pemetaan global kelembaban dekat-permukaan (0–5 cm) pada resolusi spasial 25 hingga 40 km dan resolusi temporal 2 hingga 3 hari. Bahkan selanjutnya diperluas ke zona akar (>1 m) menggunakan model berbasis proses dan skema asimilasi data. Validasi produk kelembaban tanah penginderaan jauh telah berlangsung menggunakan inti situs pemantauan, jaringan pemantauan yang jarang, kampanye lapangan intensif, seperti studi perbandingan multi-satelit. Untuk mentransfer pengamatan empiris lintas ruang dan skala waktu dan untuk mengembangkan algoritma pencarian yang ditingkatkan pada berbagai resolusi.

Penginderaan jauh dari kelembaban tanah menyediakan cakupan yang luas dan dapat mengatasi masalah ini tetapi menderita masalah lain yang berasal dari resolusi spasial yang rendah. Dalam konteks ini, Disagregasi didasarkan pada algoritma Skala Fisik dan Teoretis (DISPATCH) telah diusulkan dalam literatur untuk menurunkan data satelit kelembaban tanah dari resolusi 40 menjadi 1 km dengan menggabungkan resolusi rendah Soil Moisture Ocean Salinity (SMOS) data kelembaban tanah satelit dengan Resolusi Tinggi Perbedaan Vegetasi Indeks (NDVI) dan permukaan tanah. Kelembaban tanah memainkan peran penting dalam pertukaran air dan energi panas antara tanah dan atmosfer dan digunakan dalam studi perubahan iklim global. Data kelembaban tanah juga diperlukan untuk pengelolaan reservoir, peringatan dini kekeringan, penjadwalan irigasi, dan perkiraan hasil panen. Karena radiasi gelombang mikro dari tanah sangat tergantung pada kadar air, kelembaban tanah secara tradisional telah dipetakan dengan radiometer microwave udara. Teknologi antena inovatif telah memungkinkan radiometer gelombang mikro pada satelit, seperti Kelembaban Tanah dan Salinitas Lautan dan Aqua, untuk mengukur kelembaban tanah pada skala global. Koreksi yang lebih baik untuk kekasaran permukaan, tutupan vegetasi, suhu tanah, dan topografi masih harus dirancang, dan teknik untuk merasakan kelembaban tanah melampaui beberapa sentimeter atas dikembangkan.

Dari penelitian-penelitian di atas tampak bahwa untuk identifikasi kelembaban tanah, digunakan sensor gelombang mikro atau radar. Diusulkan pada penelitian ini, cara yang digunakan adalah dengan pemilihan sensor dengan yang bekerja dengan metode reflektansi dan thermal infrared. Pemilihan metode reflektansi untuk mengetahui lemas tanah ini didasarkan karena reflektansi pada spektrum visible dan NIR, sensitif terhadap perbedaan karakteristik permukaan tanah, dan pemilihan band 1,55 – 1,75 μm merujuk pada karakteristik panjang gelombang saat berinteraksi dengan tubuh air ada grafik jendela atmosfer, dimana pada band itu secara aplikatif bermanfaat untuk menunjukkan kandungan kelembaban tanah. Sedangkan metode thermal infrared dengan band 8 – 12 μm yang bekerja dengan metode pancaran digunakan untuk menunjukkan perbedaan nilai keabuan yang lebih jelas dibanding dengan metode reflektansi pada band 1,55 – 1,75 μm .

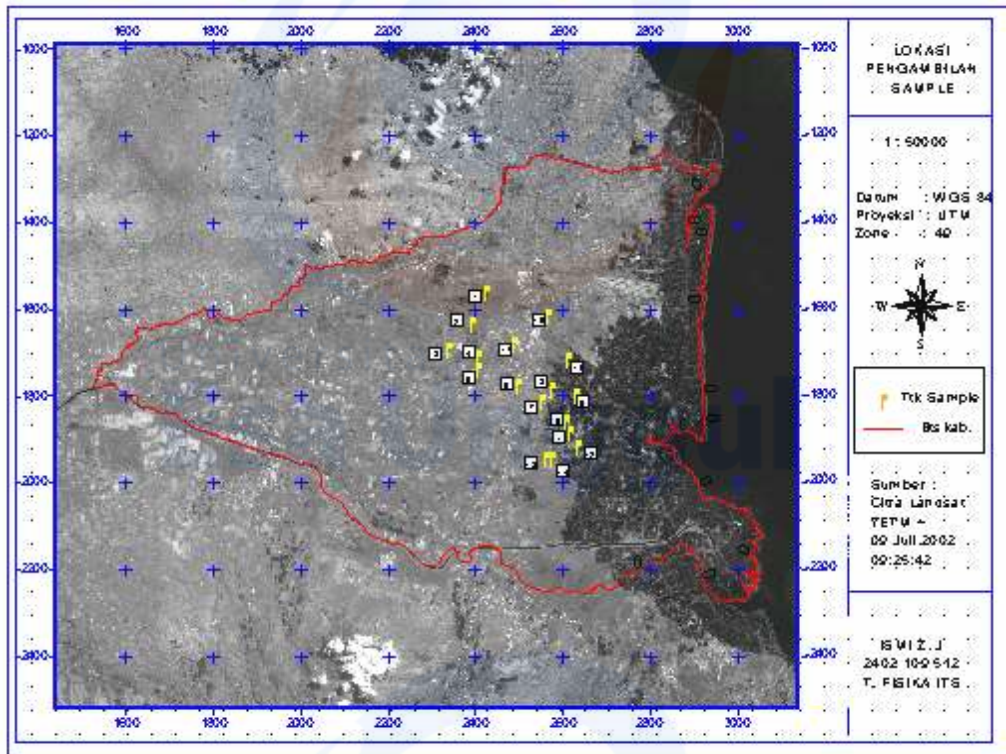
Berdasarkan hal tersebut di atas, dapat ditarik permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik spektral tanah dihubungkan dengan kandungan air di dalamnya melalui pengamatan terhadap interaksinya dengan gelombang elektromagnetik pada $\lambda = 1.55 - 1.75 \mu\text{m}$ dan $\lambda = 8 - 12 \mu\text{m}$ dan gambaran nilai piksel suatu citra merepresentasikan kandungan air dalam tanah. Sedangkan tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik lemas tanah dari data citra yang diperoleh dengan metode reflektansi dan pancaran thermal infrared. Selanjutnya akan dibandingkan metode yang paling baik digunakan untuk mengetahui lemas tanah. Lokasi yang hendak dijadikan penelitian adalah di sebagian wilayah Kabupaten Sidoarjo. Sedangkan citra yang digunakan adalah citra satelit LANDSAT 7 ETM + untuk *coverage* Jawa Timur.

Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut :

1. Studi literatur dilakukan untuk mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan pengolahan citra digital dan hal-hal yang berhubungan dengan lemas tanah.
2. Pengolahan citra Landsat 7 ETM + yang meliputi : Import citra asli dari data satelit ke ER Mapper. Data yang diimport masih berupa data mentah yaitu citra warna tunggal (single banda) dari band 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Kemudian dilakukan cropping sesuai dengan daerah yang akan dianalisis. Enhancement dilakukan untuk menajamkan dan menonjolkan obyek daerah yang dianalisis. Kemudian dilakukan klasifikasi digital untuk penampakan obyek yang sesuai dengan perbedaan kenampakan warna pada citra. Proses selanjutnya adalah pengisian dengan Arc View sebagai proses lanjutan pengolahan citra setelah dilakukan Enhancement pada ER Mapper. Pada langkah ini ditentukan titik-titik pengambilan sampel yang didasarkan atas penampakan warna pada data citra. Dilakukan editing untuk perbaikan citra supaya nampak lebih baik. Pembuatan peta dan grid line daerah yang dianalisis.
3. Koreksi geometri yang penyesuaian data citra dengan peta rupa bumi yang berguna sebagai informasi geodetik.
4. Survey lapangan untuk verifikasi dengan melakukan pengambilan sampel di beberapa titik yang sudah ditentukan.
5. Peralatan yang dibutuhkan antara lain GPS (Global Positioning System), kamera, sekop dan kantong sample plastik.
6. Pengujian hasil pengambilan sampel ke laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur di tiap sampel tanah
7. Analisis karakteristik spektral lemas tanah terhadap panjang gelombang pantulan maupun pancaran.

Data citra yang digunakan untuk kajian adalah data citra Landsat 7 ETM + provinsi Jawa Timur keluaran LAPAN tanggal 09 Juli 2002 dengan lebar sapuan masing-masing lintasan (path-row) 185 km^2 . Data citra ini masih berupa data mentah dengan band tunggal yang berbentuk warna alam (*natural color*). Pemilihan band 1.55 – 1.75 μm pada metode reflektansi dan band 8 – 12 μm pada metode IR termal didasarkan atas karakteristik band-band yang disediakan oleh satelit Landsat 7 ETM +. Survei lapangan dilakukan dengan mengambil sampel pada titik-titik sampling telah ditentukan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan sampel (titik-titik kuning)

Hasil dan Pembahasan

Dari pengolahan data dan survey lapangan yang telah dilakukan di dapat data- data terdapat pada tabel 1 dibawah ini. Hubungan antara reflektansi dengan kelembaban tanah (lengas tanah) akan diuraikan sebagai berikut : Reflektansi mencerminkan perbandingan antara nilai piksel titik-titik sampel dengan piksel maximum (255), yang dalam hal ini akan dihitung reflektansi untuk semua band baik dengan metode *Reflectance* maupun metode *Thermal IR*. Besarnya reflektansi diukur dengan satuan persen (%).

$$\% \text{ Reflektansi} = \frac{\text{nilai piksel}}{255} \times 100\% \quad (1)$$

Kelembaban tanah mencerminkan kadar air yang dimiliki tanah. Uji laboratorium yang dilakukan di T. Lingkungan ITS dengan besarnya kadar air juga diukur dengan satuan persen (%).

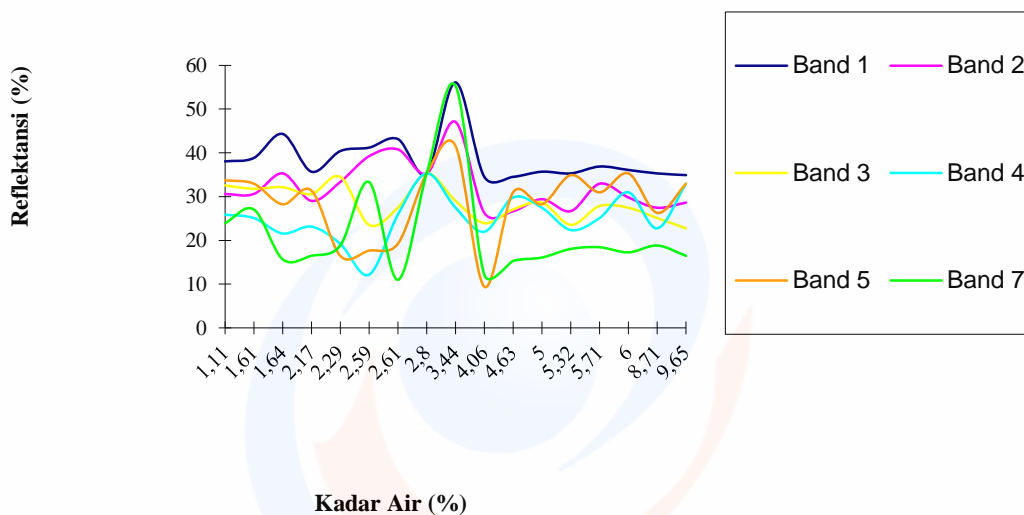
Tabel 1
Hubungan kadar air dalam tanah dengan Nilai Piksel Panjang Gelombang

Kadar air (%)	Reflektansi (Nilai piksel)							
	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7	Band 6 H	Band 6 L
1.11	38.03922	30.58824	32.54902	25.88235	33.72549	23.92157	60	51.76471
1.61	38.82353	30.58824	31.76471	25.09804	32.94118	27.05882	63.13725	54.11765
1.64	44.31373	35.29412	32.15686	21.56863	28.23529	15.68627	59.60784	51.76471
2.17	35.68627	29.01961	30.58824	23.13725	31.37255	16.47059	59.60784	51.76471
2.29	40.39216	33.33333	34.5098	19.21569	16.47059	18.82353	60	52.15686
2.59	41.17647	39.21569	23.52941	12.15686	17.64706	33.33333	60	52.15686
2.61	43.13725	40.78431	27.45098	25.88235	19.21569	10.98039	58.43137	50.98039
2.8	35.29412	28.62745	23.92157	20.39216	30.19608	14.90196	60	52.15686
3.44	56.07843	47.05882	29.01961	27.45098	41.56863	55.29412	64.31373	54.5098
4.06	34.5098	26.27451	23.92157	21.96078	9.411765	12.15686	60.39216	52.15686
4.63	34.5098	26.66667	27.05882	29.80392	30.98039	15.29412	60.39216	52.54902
5	35.68627	29.41176	28.62745	27.45098	28.23529	16.07843	61.17647	52.54902
5.32	35.29412	26.66667	23.52941	22.35294	34.90196	18.03922	60	52.15686
5.71	36.86275	32.94118	27.84314	25.09804	30.98039	18.43137	58.43137	51.37255

Kadar air (%)	Reflektansi (Nilai piksel)							
	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7	Band 6 H	Band 6 L
6	36.07843	29.80392	27.45098	30.98039	35.29412	17.2549	65.09804	54.5098
8.71	35.29412	27.45098	25.09804	22.7451	26.27451	18.82353	57.2549	50.58824
9.65	34.90196	28.62745	22.7451	32.94118	32.94118	16.47059	62.7451	53.33333

berdasarkan informasi tersebut di atas, didapatkan hubungan antara nilai reflektansi dengan kadar air, yang ditunjukkan oleh gambar 2 di bawah ini

Grafik Distribusi Spektral Metode Reflektansi



Gambar 2. Grafik distribusi spektral metode reflektansi

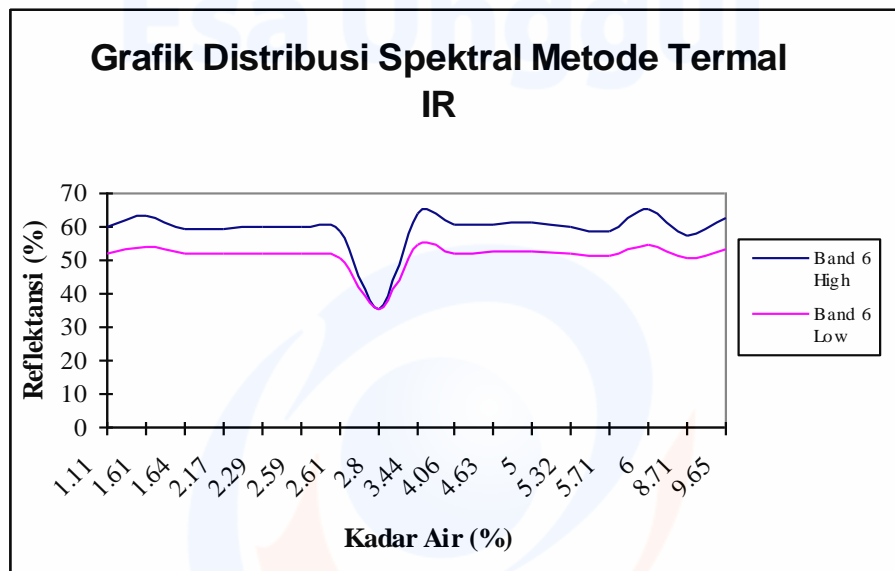
Dari grafik di atas diketahui bahwa pada saat tanah berkadar air 1.11-1.61 %, tingkat reflektansi untuk semua band relatif konstan antara 20-40 %. Begitu juga pada tanah berkadar air 1.64 %, tingkat reflektansi turun untuk semua band kecuali band 1 dan 2, yang sedikit naik. Reflektansi pada band-band ini turun seiring dengan peningkatan kadar air, karena semakin tinggi kadar air semakin besar energi yang diserap dan semakin kecil energi yang dipantulkan sehingga pada citra tampak rona yang gelap. Berkebalikan dengan itu, saat tanah berkadar air 2.17 % semua band mengalami sedikit kenaikan reflektansi kecuali band 1 dan 2 yang sedikit menurun. Peningkatan reflektansi pada band-band itu disebabkan oleh tekstur tanah yang lebih kasar. Tekstur kasar sedikit mengandung butiran debu sehingga kemampuan untuk mengikat air juga kecil. Hal ini terlihat dari rona pada citra yang terlihat agak terang.

Pada tanah berkadar air 2.59 %, tingkat reflektansi menurun untuk band 3,4 dan 5, tetapi meningkat pada band 1,2 dan 7. Peningkatan reflektansi juga disebabkan oleh tekstur tanah yang cenderung kasar karena sedikit mengikat air, sedangkan penurunan reflektansi diakibatkan peningkatan kadar air itu sendiri yang menyerap banyak energi dan sedikit memantulkannya. Pada tanah berkadar air 2.61 %, band 5 dan 7 tetap mengalami penurunan reflektansi seiring dengan bertambahnya kadar air itu sendiri, tetapi pada band 1,2,3 dan 4 mengalami peningkatan reflektansi. Terjadi peningkatan reflektansi yang cukup tajam pada tanah berkadar air 3.44 % untuk semua band. Hal ini selain dikarenakan jenis tekstur juga karena adanya penurunan kekasaran permukaan. Tekstur kasar kurang mampu mengikat air daripada tekstur halus karena sedikit mengandung butiran debu, sehingga energi yang diserap juga kecil. Sedangkan penurunan kekasaran permukaan

menyebabkan pantulan yang dihasilkan bisa maksimal. Lain halnya dengan tanah berkadar air 3.44 %, pada tanah berkadar air 4.06 % justru terjadi penurunan reflektansi sangat drastis untuk semua band.

Penurunan ini selain disebabkan bertambahnya kadar air, juga dipengaruhi faktor lain seperti adanya bahan mineral dan kandungan bahan organik. Adanya bahan mineral dan organik menyebabkan energi tidak hanya diserap oleh air saja, tetapi akumulasi dari bahan-bahan yang ada sehingga energi yang dipantulkan menjadi semakin kecil.

Dari gambar 3 terlihat bahwa, untuk metode termal ini, tidak terjadi fluktuasi pergerakan tingkat reflektansi yang cukup besar. Besarnya reflektansi relatif konstan kecuali hanya pada tanah berkadar air 3.44 % yang mengalami penurunan cukup besar.



Gambar 3 Grafik distribusi spektral metode Termal IR.

Penurunan ini berhubungan dengan suhu tanah itu dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya konduktivitas termal, kapasitas termal, kebauran termal dan ketahanan termal. Konduktivitas termal adalah kemampuan benda meneruskan panas. Untuk tanah berkadar air 3.44 % yang juga mengandung bahan mineral dan bahan organik lain konduktivitasnya rendah dibanding dengan yang lain, karena jenis tanahnya yaitu tanah berpasir yang hanya mempunyai konduktivitas termal 0.0014 dan konduktivitas air 0.0013 ($\text{kal.cm}^{-1}\text{det}^{-1}.\text{C}^{-1}$).

Besarnya konduktivitas ini lebih kecil dari bahan lain. Sedangkan kapasitas termalnya (kemampuan benda menyimpan panas) tergolong cukup besar dibanding bahan lain, air paling besar dengan 1 $\text{kal.gr}^{-1}.\text{C}^{-1}$ dan tanah berpasir dengan 0.24 $\text{kal.gr}^{-1}.\text{C}^{-1}$. Kebauran termal (kemampuan benda memindahkan panas dari permukaan ke bagian dalamnya) untuk air dan tanah berpasir masing-masing 0.001 dan 0.003 $\text{cm}^2.\text{det}^{-1}$ (paling rendah dibanding bahan lain). Ketahanan termal merupakan ukuran tanggapan benda terhadap perbedaan suhu. Untuk air dan tanah berpasir nilainya kecil.

Dari faktor-faktor di atas terlihat bahwa karena konduktivitas termal kecil maka panas yang diteruskan juga kecil, karena kapasitas termal besar maka energi yang diserap besar dan yang dipantulkan kecil, karena kebauran termal dan ketahanan termal kecil, maka energi / panas yang diterima sebagian besar hanya dialokasikan pada permukaan saja dan stagnan di tempat itu sehingga energi yang dipancarkan sedikit karena tidak ada akumulasi dari bagian lain.

Dari kedua metode di atas dapat disimpulkan bahwa metode termal adalah metode yang paling baik digunakan untuk mengetahui lengas tanah. Hal ini disebabkan informasi tidak hanya berdasarkan dari pantulan saja tetapi juga faktor-faktor lain yang lebih detail sehingga didapatkan hasil yang lebih akurat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa penginderaan jauh merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk pengukuran lengas tanah pada daerah yang luas dan dalam waktu yang singkat. Dari dua metode yang digunakan (reflektansi dan termal infrared), yang paling baik adalah metode termal infrared, karena menginformasikan tingkat reflektansi yang lebih baik. Semakin tinggi panjang gelombang, maka semakin tinggi tingkat reflektansinya. Dan semakin tinggi tingkat reflektansi, semakin rendah tingkat kadar airnya. Besarnya lengas tanah di Kabupaten Sidoarjo berkisar antara 0 – 10 %..

Untuk penyempurnaan penelitian selanjutnya dari data tingkat reflektansi yang sudah diketahui dapat dikembangkan suatu formula untuk menentukan kadar air berdasarkan nilai keabuan setiap piksel, yang kemudian bisa dijadikan acuan. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh hasil yang maksimal dan akurat.

Daftar Pustaka

- Chew C., Shah R., Zuffada C., Hajj G., Masters D., Manucci A.J, “Demonstrating Soil Moisture remote sensing with Observations from the UK TechDmomSat-1 Sattelite Mission”, *Geophys. Res. Lett.*, 43, 3317–3324, doi:10.1002/2016GL068189. AGU Publications, 2016
- Djarwanto Ps. SE, “ Mengenal Beberapa Uji Statistik Dalam Penelitian”, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2001.
- Fontanet M. , Fernàndez-Garcia D, Ferrer F.,” The value of satellite remote sensing soil moisture data and the DISPATCH algorithm in irrigation fields”, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 22, 5889–5900, 2018, <https://doi.org/10.5194/hess-22-5889-2018>, Copernicus Publications, 2018
- Ghassem Asrar, ” Theory and Application of Optical Remote Sensing “, Willey series in Remote Sensing, John Willey and Sons
- Henry D. Foth, “ Dasar-dasar Ilmu Tanah “, Gadjah Mada University Press “, 1988.
- James B. Campbell, Virginia Polytechnic Institute, “ Introduction to Remote Sensing “, The Guilford Press, New York – London, 2001
- Klemas V., Fink C.W, Kabbara N., “Remote Sensing of Soil Moisture: An Overview in Relation to Coastal Soils”, *Journal of Coastal Research* Volume 30, Issue 4: pp. 685 – 696, <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-13-00072.1>, 2014.
- Lakshmi V.,”Remote Sensing of Soil Moisture”, *ISRN Soil Science* Volume 2013, Article ID 424178, 33 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/424178>, Hindawi Publishing Corporation. 2013
- Lillesand, Kiefer, “ Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra “, Gadjah Mada University Press, 1990.
- Mohanty B. P Cosh.M. H., Lakshmi V., Montzka Carsten., “Soil Moisture Remote Sensing: State-of-the-Science”, *Vadose Zone Journal*, doi:10.2136/vzj2016.10.0105., Vol. 16, Iss. 1, 2017 © Soil Science Society of America.
- Phillip H. Swain, Shirley M. Davis, “ Remote Sensing, The Quantitative Approach “.
- Sutanto, “Penginderaan Jauh”, jilid 1 dan 2, Gadjah Mada University Press, 1994.