

ESTIMASI DISTRIBUSI SPASIAL KEKERINGAN LAHAN DI KABUPATEN TUBAN MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Himawan Adiwicaksono, Sudarto*, Widiyanto

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

*penulis korespondensi: kurniatun.h@ub.ac.id

Abstract

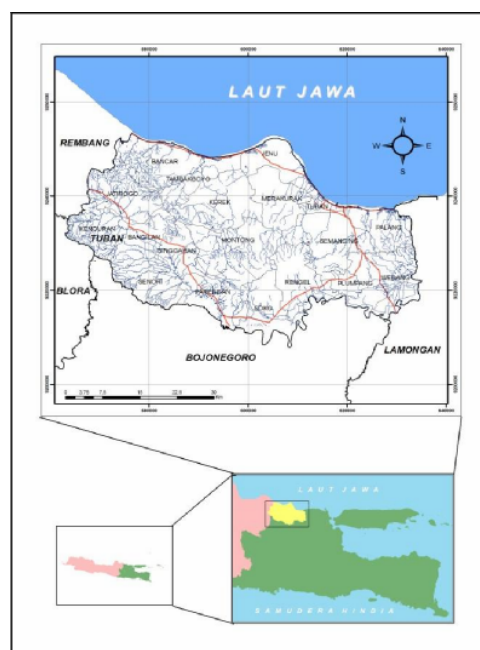
Increase population of people who followed by increasing need for people every year, can indirectly lead to land use changes and global climate changes. Land use changes and global climate changes can lead to dryness of the land. Droughts can be analyzed with remote sensing and GIS (Geographic Information Systems). This research is to predict spatial distribution of land droughts and its area using remote sensing and GIS technology based on soil moisture. The research was conducted in Tuban, East Java in January 2013 - April 2013. Method used in this research is a statistical approach using nonlinear regression analysis between index (NDSI, NDVI, NDWI) with a water content of soil moisture estimation models to get the land area of Tuban which is then used as a basis for spatial interpolation. Estimation the distribution of land drought is analyzed based on validation data from soil moisture imagery with pF 2.5 and pF 4.2. Extrapolation of the data is carried out by Land Unit Map pF, then classified into three classes, namely class dry (wilting point condition), humid class (available water content), and wet grade (water saturated). Results show the Permanent wilting point condition is most commonly found in almost all districts with an area of Tuban 109,111.05 ha or 55% of the total area of Tuban. Water conditions are available are found in the west as in the district of Tuban regency Kenduran and Jatirogo and has an area of 20861.82 ha or 11% of the total area of Tuban. While the water saturated conditions are found in the District Plumpang, Widang, and Cross and has extensive 8951.22 ha or 4% of the overall total of Tuban.

Keyword: water content, remote sensing, GIS

Pendahuluan

Jumlah penduduk yang bertambah diikuti dengan meningkatnya kebutuhan manusia setiap tahunnya, secara tidak langsung dapat menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan tersebut dapat memicu terjadinya kekeringan lahan. Di Indonesia, tingkat perubahan penggunaan lahan terjadi sangat signifikan, hutan di Indonesia telah menyusut. Penyusutan hutan di Jawa sampai tahun 2001 seluas 90,5 %, Sumatera 59 %, Nusa Tenggara 74,5 %, Kalimantan 38,8 %, Sulawesi 49,6 %, dan rata-rata untuk Indonesia adalah 54,4 % (Chandrawidjaja, 2006). Faktor lain yang

menyebabkan kekeringan adalah terjadinya perubahan iklim global. Syahbudin *et al.* (2004) melaporkan bahwa perubahan iklim global telah terjadi di Indonesia, hal ini berkaitan dengan terjadinya peningkatan jumlah curah hujan tahunan di wilayah timur Indonesia, berkisar antara 490 mm/tahun (Sulawesi Selatan) hingga 1.400 mm/tahun (Jawa Timur). Diikuti oleh peningkatan suhu siang dan malam hari antara 0,5-1,1 °C dan 0,6-2,3 °C. Sedangkan di wilayah barat Indonesia terjadi sebaliknya, dimana terdapat tendensi penurunan curah hujan tahunan sekitar 135-860 mm/tahun, dengan peningkatan suhu siang dan malam hari antara 0,2-0,7 °C. Sesuai dengan data-data di atas, tandatanda terjadinya

$$\text{NDWI} = 50 * (\text{Band 3} - \text{Band4}) / (\text{Band 3} + \text{Band 4}) + 50$$


Analisis kadar air tanah dilakukan di Laboratorium Fisika, Jurusan Tanah, Universitas Brawijaya menggunakan metode

Citra satelit yang dipergunakan ialah citra satelit Landsat 7 ETM⁺ peliputan 25 Agustus 2012 pukul 14.30 WIB yang kemudian dilakukan perbaikan *SLX Off*, koreksi radiometrik dan

Gravimetri. Prosedur yang dilakukan adalah penyiapan cawan kosong, penyiapan benda uji, penimbangan, penempatan cawan dalam oven selama 24 jam dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ atau sampai berat tetap, kemudian penimbangan kembali. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kadar air tanah adalah:

$$KA = \frac{W1 - W2}{W2 - W3} \times 100 \%$$

Dimana,

$W1$ = berat cawan (g) + tanah basah (g)

$W2$ = berat cawan (g) + tanah kering (g)

$W3$ = berat cawan kosong (g)

Analisis Statistika

Dilakukan analisis korelasi dan regresi nonlinier antara indeks lahan $NDSI$, $NDVI$, dan $NDWI$ dengan kadar air tanah, kemudian dipilih formula terbaik untuk mendapatkan model estimasi kelengasan lahan.

Pendugaan Distribusi Spasial Kekeringan Lahan

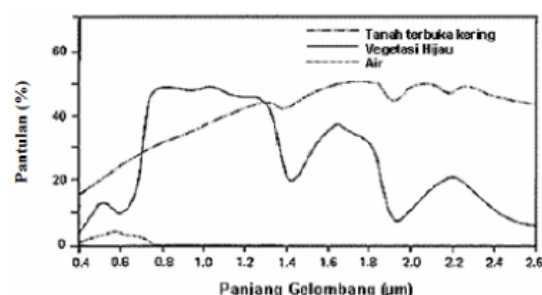
Pendugaan sebaran kekeringan lahan dianalisis berdasarkan data hasil validasi citra kelengasan lahan dengan karakteristik fisik lahan (kurva pF). Dari data tersebut dilakukan ekstrapolasi berdasarkan Satuan karakteristik fisik lahan (kurva pF), kemudian di kelaskan menjadi 3 kelas yaitu kelas kering (kapasitas lapangan), kelas lembab (kandungan air tersedia), dan kelas basah (jenuh air). Kelas kering adalah kadar air < dari kadar air pada kondisi pF 4,2, kelas lembab adalah kadar air > kadar air pada kondisi pF 4,2 serta kadar air < kadar air pada kondisi pF 2,5, sedangkan kelas basah adalah kadar air > kadar air pada kondisi pF 2,5.

Hasil dan Pembahasan

Hubungan antara Indeks Lahan ($NDSI$, $NDVI$, $NDWI$) dengan Kadar Air

Parameter yang digunakan dalam menduga kelengasan lahan pada citra Landsat 7 ETM+ dalam penelitian ini adalah indeks lahan yang terdiri dari indeks tanah ($NDSI$), indeks vegetasi ($NDVI$), dan indeks air ($NDWI$). Ketiga indeks ini dapat merepresentasikan kondisi suatu lahan baik kering, basah, mempunyai vegetasi atau nonvegetasi

(Dirgahayu, 2006). Pemilihan ketiga indeks tersebut berdasarkan respon spektral terhadap reflektan objek permukaan secara umum seperti tanah, vegetasi dan air seperti terlihat pada Gambar 2.

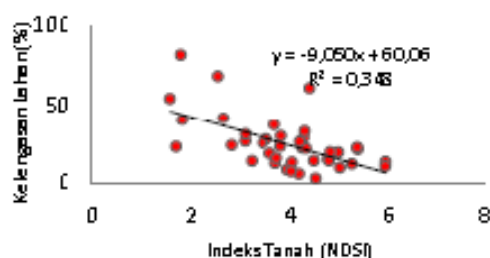


Gambar 2. Karakteristik Spektral
(Sumber: Pratt, 1977 dalam Lillesand dan Kiefer, 2000)

Respon spektral dan nilai reflektan maksimum untuk vegetasi terlihat secara kontras pada gelombang 0,6 mikron (saluran merah) dan 0,8 mikron (saluran inframerah dekat). Objek air terlihat secara kontras pada panjang gelombang 0,4 mikron, 0,8 mikron dan 0,6 mikron, sedangkan untuk objek tanah atau area terbuka berada pada panjang gelombang 0,8 mikron dan 1,8 mikron (saluran inframerah pendek). Berdasarkan hal tersebut, indeks lahan pada citra Landsat 7 ETM+ dapat diekstrak dengan memanfaatkan saluran VIS (*band* 1, 2 dan 3) dan saluran NIR (*Band* 4) dan $SWIR$ (*band* 5 dan 7).

Hubungan $NDSI$ dengan Kadar Air

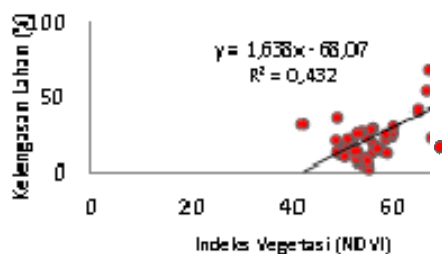
Grafik regresi linier (Gambar 3) menunjukkan indeks tanah ($NDSI$) berkorelasi negatif dengan kelengasan lahan. Persamaan yang terbentuk dari grafik regresi $y = -9,050x + 60,06$ dan memiliki koefisien determinasi $R^2 = 0,348$. Nilai R^2 tersebut menunjukkan bahwa sebesar 35% dari nilai kelengasan lahan dipengaruhi oleh indeks tanah ($NDSI$). Persamaan regresi tersebut juga menunjukkan bahwa setiap peningkatan nilai indeks tanah ($NDSI$) sebesar 1 (satu) satuan akan memberikan pengaruh negatif pada kelengasan lahan sebesar 9,05 %.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara NDSI dengan Kadar Air

Hubungan NDVI dengan Kadar Air

Grafik regresi linier (Gambar 4) menunjukkan indeks vegetasi (*NDVI*) berkorelasi positif dengan kelengasan lahan. Persamaan yang terbentuk dari grafik regresi $y = 1,638x - 68,07$ dan memiliki koefisien determinasi $R^2 = 0,432$. Nilai R^2 tersebut menunjukkan bahwa sebesar 43% dari nilai kelengasan lahan dipengaruhi oleh indeks vegetasi (*NDVI*). Persamaan regresi tersebut juga menunjukkan bahwa setiap peningkatan nilai indeks vegetasi (*NDVI*) sebesar 1 (satu) satuan akan memberikan pengaruh positif pada kelengasan lahan sebesar 1,64 %.



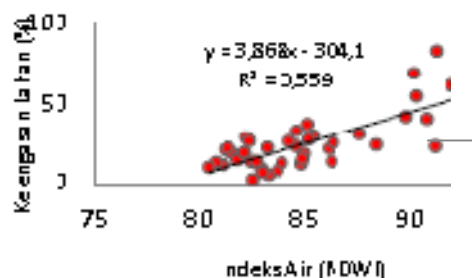
Gambar 4. Grafik Hubungan antara NDVI dengan Kadar Air

Hubungan NDWI dengan Kadar Air

Grafik regresi (Gambar 5) menunjukkan indeks air (*NDWI*) berkorelasi positif dengan kelengasan lahan. Persamaan yang terbentuk dari grafik regresi $y = 3,868x - 304,1$ dan memiliki koefisien determinasi $R^2 = 0,559$. Nilai R^2 tersebut menunjukkan bahwa sebesar 56% dari nilai kelengasan lahan dipengaruhi oleh indeks air (*NDWI*). Persamaan regresi tersebut juga menunjukkan bahwa setiap peningkatan nilai indeks air (*NDWI*) sebesar 1

(satu) satuan akan memberikan pengaruh positif pada kelengasan lahan sebesar 3,87 %.

Indeks Air (*NDWI*)



Gambar 5. Grafik Hubungan antara NDSI dengan Kadar Air

Pendugaan Kelengasan Lahan Menggunakan Indeks Lahan

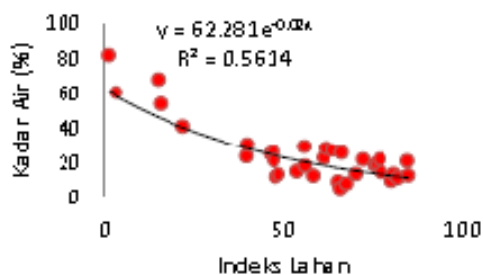
Dari hasil analisis statistik menunjukkan adanya keterkaitan yang kuat antara indeks lahan satu dengan indeks lahan lainnya, ini ditunjukkan dengan besarnya nilai *Pearson correlation* yang tinggi (Tabel 1) yang mencapai $> 0,75$.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Korelasi

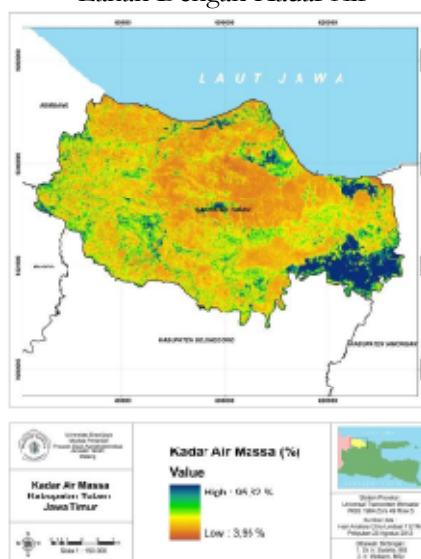
	Kadar Air	NDSI	NDWI
NDSI	-0,567 0,00		
NDWI	0,774 0,00	-0,824 0,00	
NDVI	0,651 0,00	-0,778 0,00	0,864 0,00
Cell Contents: Pearson correlation P-Value			

Oleh karena itu dilakukan analisis komponen utama agar tidak terjadi kolinearitas antar indeks lahan tersebut. Hasil transformasi analisis komponen utama digunakan sebagai variabel baru untuk menjelaskan variabel tidak bebas (kelengasan lahan). Setelah dilakukan analisis komponen utama dilakukan maka didapatkan persamaan baru yaitu Indeks Lahan = $0,121$ (*NDSI*) - $0,908$ (*NDVI*) - $0,401$ (*NDWI*). Indeks lahan tersebut kemudian diregresikan kembali dengan kelengasan lahan (*KA*) dan memperoleh persamaan $y = -108,1 - 1,562$ (Indeks Lahan), dengan $R^2 = 0,47$. Untuk menduga model estimasi yang terbaik maka dilakukan beberapa metode analisis

regresi nonlinier antara indeks lahan dengan kelengasan lahan (KA), dan diperoleh metode ekponensial sebagai metode terbaik untuk pendugaan kelengasan lahan. Dari hasil analisis regresi nonlinier tersebut diperoleh persamaan $y = 62,28 e^{-0,02x}$ dengan nilai $R^2 = 0,56$ (Gambar 5). Citra Kadar Air pada Gambar 6.



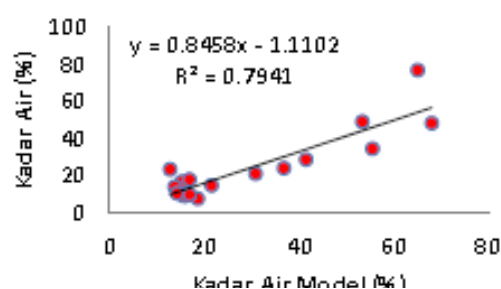
Gambar 5. Grafik hubungan antara Indeks Lahan Dengan Kadar Air



Gambar 6. Citra Kadar Air Massa Peliputan 25 Agustus 2012 Kabupaten Tuban

Validasi Permodelan

Dari analisis regresi Kadar Air Model dengan Kadar Air Lapangan memperoleh persamaan $y = 0,845x - 1,110$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,794$ (Gambar 7). Persamaan regresi tersebut menunjukkan bahwa sebesar 79% dari nilai kadar air lapangan dipengaruhi oleh Kadar air model. Persamaan regresi tersebut juga menunjukkan bahwa setiap peningkatan nilai kadar air model sebesar 1% akan memberikan pengaruh positif pada kadar air lapangan (KA) sebesar 0,845 %.

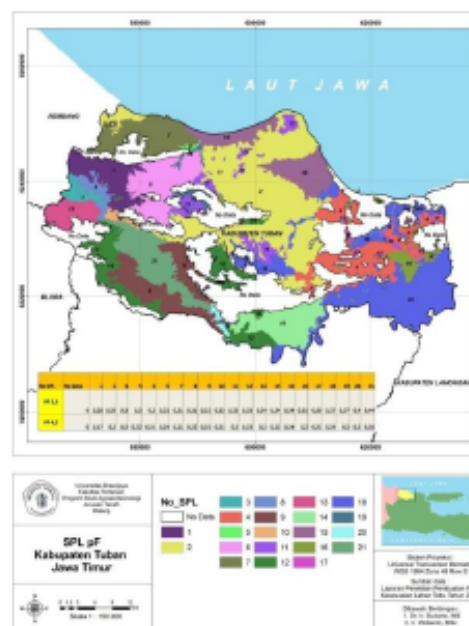


Gambar 7. Grafik Hubungan antara Kadar Air dengan Kadar Air Model

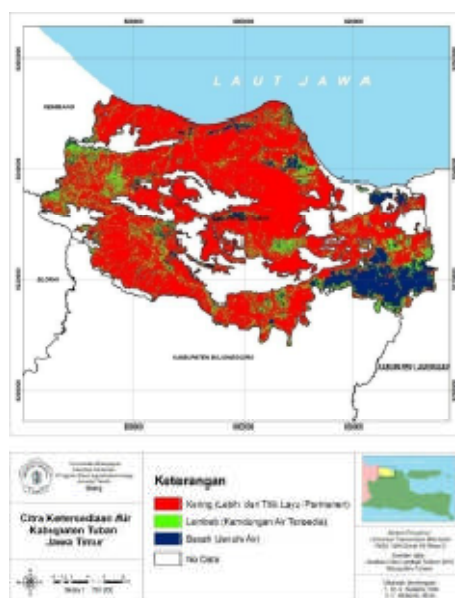
Dengan demikian untuk menentukan kadar air di Kabupaten Tuban, model pendugaan kelengasan lahan pada penelitian dapat digunakan dengan menggunakan transformasi citra satelit *ND VI*, *NDSI*, *NDWT* atau dengan kata lain kelengasan lahan dapat diduga dengan memanfaatkan citra satelit.

Estimasi Distribusi Spasial Kekeringan Lahan

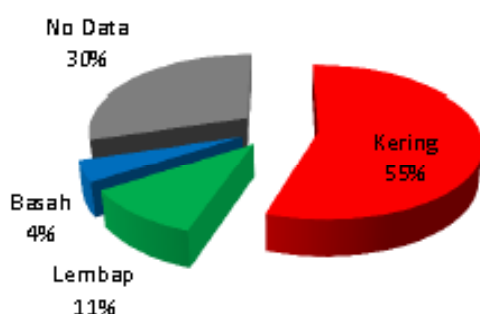
Pendugaan sebaran kekeringan lahan dianalisis berdasarkan data hasil validasi citra kelengasan lahan dengan karakteristik fisik lahan (kurva pF) yang dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9, sedangkan luasannya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 8. Peta Sebaran Karakteristik Lahan (kurva pF) di Kabupaten Tuban (Sudarto, 2012)



Gambar 9. Peta Tingkat Ketersediaan Air Kabupaten Tuban pada Tanggal 25 Agustus 2012



Gambar 10. Persentase Luas kekeringan Lahan Kabupaten Tuban

Dari Gambar 10 dapat dilihat terdapat 3 kondisi ketersediaan air, yaitu Titik layu permanen (kering), Air tersedia (lembap), dan Jenuh air (basah) yang menempati sebagian besar Kabupaten Tuban, dan memiliki luas 138.924,09 ha atau 70% dari total keseluruhan Kabupaten Tuban dan sisanya adalah *nodata*. Kondisi titik layu permanen adalah yang paling banyak ditemukan hampir diseluruh Kabupaten Tuban dengan luas 109.111,05 ha atau sebesar 55% dari total luas Kabupaten Tuban. Kondisi Air tersedia banyak ditemukan di sebelah barat Kabupaten tuban seperti di Kecamatan Kenduran dan Jatirogo serta memiliki luas 20.861,82 ha atau sebesar 11% dari total luas Kabupaten Tuban. Sedangkan kondisi Jenuh air banyak ditemukan di Kecamatan Plumpang, Widang, dan Palang serta memiliki luas

8.951,22 ha atau sebesar 4% dari total luas keseluruhan Kabupaten Tuban.

Kesimpulan

Diperoleh hasil formula terbaik untuk menduga kelengasan lahan menggunakan citra satelit Landsat 7 ETM+ peliputan 25 Agustus 2012 adalah persamaan $y = 62,28 e^{-0.02x}$, dimana x = indeks lahan dan y = kadar air, dengan hasil pengujian validasi model pendugaan di daerah yang sama diperoleh nilai R^2 yang signifikan yaitu sebesar 0,79. Ini menunjukkan bahwa sebesar 79% dari nilai kelengasan lahan lapangan dipengaruhi oleh kelengasan lahan model. Dengan demikian untuk menentukan kelengasan lahan di Kabupaten Tuban, model pendugaan kelengasan lahan pada penelitian ini dapat digunakan dengan menggunakan transformasi citra satelit $NDVI$, $NDSI$, $NDWI$ atau dengan kata lain kelengasan lahan dapat diduga dengan memanfaatkan citra satelit.

Daftar Pustaka

- Chandrawidjaja, R. 2006. Banjir Dan Kekeringan, Apakah Salahku?. Ketua Pusat Kajian Sistem Sumberdaya Daerah Rawa-UNLAM..
- Dirgahayu, D.D. 2006. Pengembangan Model Pendugaan Kelengasan Lahan Menggunakan Data Modis. jurnal penginderaan jauh dan pengolahan data citra digital (Journal of Remote Sensing and Digital Image Processing) Vol. 3 No. 1 juni 2006.
- Lillesand, T.M, Kiefer, R.W., 2000. Remote Sensing & Image Interpretation. 4th Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Nurmayati, T. 2003. Analisis Tingkat Kekeringan dan Periode Musim Kemarau Pada Saat Normal dan El nino di Provinsi Riau. Skripsi. Departemen Geofisika dan Meteorologi. FMIPA. IPB. Bogor.
- Sudarto, 2012. Laporan Penelitian Pembuatan Peta Kesesuaian Lahan Untuk Tebu Skala 1 :50.000 di Kabupaten Tuban. Universitas Brawijaya. Malang.
- Syahrudin, H. 2004. Zonasi Wilayah Kekeringan Tanaman Pangan. Inovasi online. ISSN : 0917-8376 | Edisi Vol.2/XVI/November 2004 –
- IPTEK. <http://io.ppijepang.org/article.php?id=39>. Dikutip tanggal 4 Oktober 2012.