

BEDAH PAPER: MEMETAKAN LAHAN TERIRIGASI PADA SKALA 250-M DENGAN MENGGABUNGKAN DATA MODIS DAN STATISTIK AGRIKULTUR NASIONAL

Yoenie Indrasary⁽¹⁾

⁽¹⁾ Pascasarjana Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Ringkasan

Pengaturan irigasi yang buruk dapat memberikan dampak besar pada produksi pertanian dan lingkungan, paper ini bergantung pada tiga hipotesis yang akan didiskusikan lebih lanjut : sementara pengaturan yang baik dapat mengurangi limbah tanah dan air dan membantu petani memaksimalkan keuntungannya. Dalam paper ini dipaparkan model geospasial yang robust namun sederhana dan mudah untuk membuat peta areal teririgasi, yang kemudian disebut sebagai MODIS Irrigated Agriculture Dataset for United States (MirAD-US). Metode ini menggunakan tiga input data utama:

- a. *Statistik area irigasi pada level kota milik USDA untuk 2002*
- b. *Puncak tahunan MODIS Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (sebuah pendekatan untuk pertumbuhan maksimum vegetasi [2])*
- c. *Mask land cover untuk lahan agrikultur yang diperoleh dari NLCD 2001*

Kata Kunci : lahan teririgasi, MirAD-US

1. PENDAHULUAN

Terkait terhadap sinyal fenologi dan karakteristik vegetasi biofisikal melalui banyak tipe land cover (seperti indeks area daun dan biomass). Korelasi positif antara NDVI dan presipitasi telah mengindikasikan bahwa peningkatan kelembaban untuk vegetasi juga meningkatkan NDVI melalui banyak tipe cover yang berbeda termasuk grasslands, shrubs, dan perkebunan. Konsisten dengan riset sebelumnya, NDVI maksimum dalam rangkaian waktu tahunan untuk lokasi adalah pendekat level puncak untuk aktivitas fotosintetik, biomass tertinggi, dan mungkin cover vegetasi terpadat dalam kanopi namun dalam beberapa tipe land cover (mis. Desidus dan perkebunan), NDVI sering jenuh pada vegetasi berkepadatan tinggi. Telah diobservasi juga bahwa perkebunan yang teririgasi mencapai NDVI lebih tinggi dari perkebunan yang tak teririgasi.

Instrumen MODIS memiliki karakteristik radiometrik dan geometrik yang dirancang untuk mengumpulkan dan membangun *global science-quality remotely sensed data* dengan frekuensi temporal tinggi (standar 8-hari dan 16-hari produk pantulan permukaan) [43,44]. Karena instrumen MODIS pertama diluncurkan melintasi platform Terra dalam 1999, data MODIS telah digunakan banyak peneliti untuk aplikasi agrikultural, termasuk memetakan perkebunan, memperhitungkan ladang perkebunan, menjelaskan fenologi perkebunan, pengawasan ben-

cana, dan memetakan agrikultur teririgasi [3, 41, 45-49]. Fitur lain dari MODIS adalah efektivitas biayanya. Data tersedia tanpa pungutan biaya oleh user-nya.

2. DATA INPUT

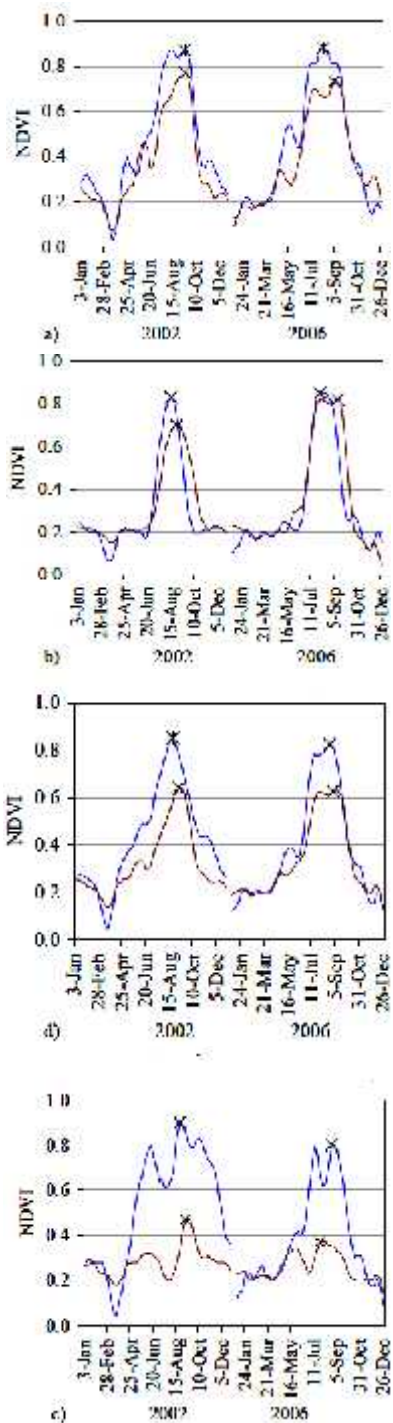
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Puncak tahunan NDVI untuk 2002 diekstraksi dari rangkaian waktu tahunan dari data NDVI komposit MODIS 16-hari. Produk data MODIS dari MOD13Q1 MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V005—Collection 5 di-download dari Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC), lapisan data NDVI diekstraksi dan direproyeksi-kan pada proyeksi Lambert Azimuthal Equal Area dan rangkaian waktu tahunan NDVI juga dibuat. NDVI dipengaruhi oleh banyak fenomena seperti kontaminasi awan, perturbasi atmosferik, dan kalibrasi sensor yang tak sempurna.

Semua ini cenderung menambah perbedaan NDVI diantara dua periode komposit yang sering tidak mencerminkan perubahan sesungguhnya dalam kondisi vegetasi. Untuk meminimalisir distorsi ini dalam profil sementara sinyal pertumbuhan vegetasi, *temporal smoothing* diterapkan pada data NDVI.

Smoothing menggunakan teknik *weighted least-square* dan menggunakan *moving temporal window* untuk menghitung kumpulan garis

regresi yang berkaitan dengan observasi. Kumpulan garis ini dirata-ratakan pada tiap titik dan diinterpolasikan diantara titik dimana faktor pembobot akan mengarahkan pada puncak lokal (nilai tinggi) untuk menghasilkan sinyal NDVI yang kontinyu dan telah diratakan. Lapisan NDVI puncak kemudian dibuat dengan menghitung NDVI maksimum dari rangkaian waktu tahunan untuk tiap piksel.



Gambar 1. Data tabular dari lahan agrikultur irigasi dan tak-teririgasi.

Gambar 1. Merupakan contoh perkebunan yang spesifik yang dan memuncak pada 2002 dan 2006 pada tiga situs dalam area Scotts Bluff dan Banner counties dalam Nebraska bagian barat, **(a)** jagung teririgasi dan non-irigasi dalam kedua tahun pada 103.44W 41.75N teririgasi, 103.44W 41.73N tidak teririgasi, **(b)** kacang kedelai teririgasi dan tidak-teririgasi dalam 2002 dan kacang kedelai kering teririgasi dan tidak-teririgasi dalam 2002, serta kacang kedelai kering teririgasi dan jagung tidak teririgasi dalam 2006 pada 103.45W 41.81N situs teririgasi, 103.73W 41.98N situs tidak teririgasi, **(c)** padang rumput teririgasi dan tidak-teririgasi dalam 2002 dan jagung teririgasi dan millet tidak-teririgasi dalam 2006 pada situs 103.82W 41.55N teririgasi, 103.65W 41.43N tidak-teririgasi, **(d)** adalah seri waktu rata-rata NDVI untuk a, b dan c. Situs dipilih berdasarkan titik acuan tanah teririgasi dan tidak-teririgasi yang diamati pada 2006 dan tipe perkebunan diperoleh dari NASS Cropland Data Layers (CDL).

Land Cover

Metodologi menggabungkan mask land cover untuk membatasi pemilihan area teririgasi dalam land cover lahan agrikultur. Mask land cover diperoleh dari 2001 NLCD. NLCD sel berukuran 30-m disampel menjadi 250-m sel, dan tipe land cover yang dominan dalam tiap sel diidentifikasi melalui teknik blok geospasial mayoritas. Test menentukan puncak tahunan dari lahan perkebunan NDVI dari hutan dan lahan berkayu dapat lebih tinggi daripada puncak tahunan.

Karenanya, sebuah mask land cover dibutuhkan untuk melakukan “mask” pada land cover lahan non-agrikultur untuk menghindari pemetaan irigasi pada lahan vegetatif non-agrikultural seperti hutan, lahan basah berkayu, dsb.

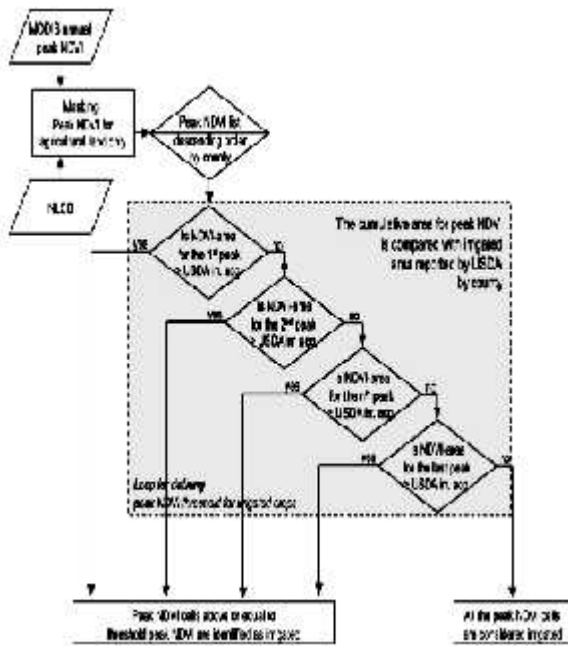
Dari kelas land cover NLCD, hanya padang rumput dan perkebunan yang dipandang sebagai lahan agrikultural, sedangkan area atau sel yang bukan merupakan padang rumput atau perkebunan dihapus atau di-masked out (dibuat null) pada puncak tahunan MODIS data layerr NDVI sebelum memasukkannya ke dalam model. Akurasi tematik keseluruhan dari 2001 NLCD adalah 85.3%.

Penjelasan Model Geospasial

Dalam framework pemodelan geospasial, kita mendefinisikan sel menggunakan threshold berdasarkan puncak tahunan county dilewati dan peta akhir area teririgasi pada county telah dibuat.

Ilustrasi proses dari Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Irrigated Agriculture Dataset (MirAD-US) model geospa-

sial; USDA irr. acg. Mengacu pada data tabular irigasi county pada sensus Agrikultur USDA, nilai n menentukan jumlah iterasi.



Gambar 2. Data tabular dari lahan agrikultur irigasi dan tak-teririgasi.

Tahun pemetaan irigasi 2002 secara klimatologi merupakan tahun kering dengan presipitasi di bawah rata-rata melintasi konterminus US. Ini menjadikan perbedaan puncak NDVI antara perkebunan teririgasi dan tidak-teririgasi sesuai untuk pendekatan modeling ini.

Pada langkah akhir, seluruh output county di-mosaicked untuk bersama-sama membuat produk data raster 250-m dari MirAD-US.

Seluruh piksel dari produk raster difilter berdasarkan asumsi bahwa lahan irigasi di Amerika biasanya lebih luas dari 62,500 m2.

3. PENERAPAN

Dataset MirAD-US (Gambar 3) adalah dua kelas produk data yang memberikan kelas teririgasi dan tidak-teririgasi. Peta tersebut memberikan rendisi geospasial khusus dari area teririgasi yang dilaporkan dari resolusi e 2002 Census of Agriculture pada resolusi 250-m, dan tiap sel diidentifikasi sebagai teririgasi dalam produk data dipandang teririgasi seluruhnya. Tidak seperti peta irigasi yang di-inder secara jarak jauh lainnya, MirAD-US mengatasi isu spasial k yang ada dalam sub-piksel fraksional area teririgasi, namun pada saat bersamaan, ia dapat memiliki masalah mengidentifikasi lahan teririgasi yang lebih kecil dari sel 250-m. Dalam MirAD-US, sebagian besar area yang didominasi

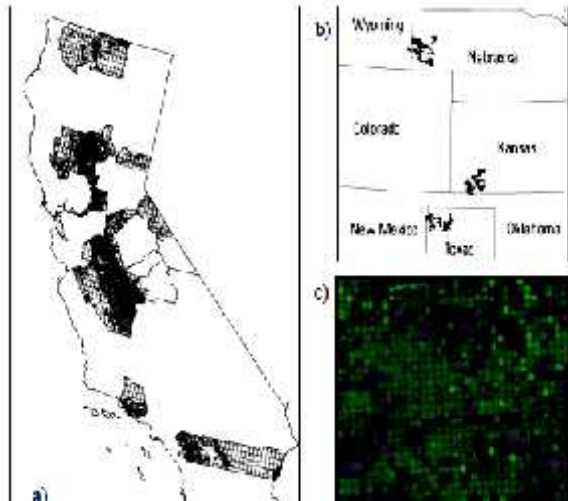
irigasi melintasi conterminous Amerika terletak dalam pada bagian tengah dari pusat lembah California, Snake River Basin in Idaho, Columbia Basin of the interior Northwest, Ogallala Aquifer dalam central Plains, dan Mississippi Flood Plains, dengan irigasi yang tersebar sepanjang timur dan tenggara (Gambar 3). Sebagian besar dari area teririgasi teronsentrasi dalam bagian barat Amerika, namun lahan teririgasi yang tersebar acak teridentifikasi melalui dataran banjir Misisipi.



Gambar 3. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Irrigated Agriculture Dataset (MirAD-US) menunjukkan distribusi spasial dari lahan yang teririgasi, MODIS annual peak NDVI, dan 2001 NLCD.

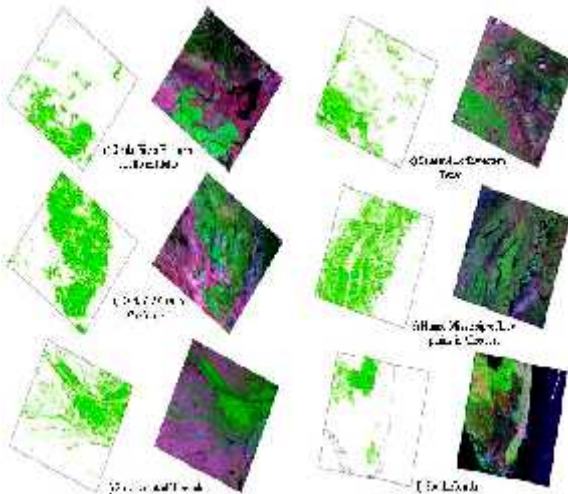
Tabel 1 . Perkiraan wilayah dan area teririgasi daripada USDA per 2002.

State	Irrigated lands by county as %			State	Irrigated lands by county as %		
	USDA	MirAD-US	Difference		USDA	MirAD-US	Difference
California	3,221,330	3,227,808	-6,478	Illinois	138,168	139,125	-957
Michigan	3,683,797	3,192,383	491,414	Wisconsin	136,168	164,829	-28,661
Texas	3,653,451	3,038,918	614,533	Indiana	136,714	141,715	-5,001
Arkansas	1,672,311	1,781,975	-109,664	Kentucky	136,802	88,850	47,952
Idaho	1,593,818	1,552,795	41,023	Kentucky	87,077	97,689	-10,612
Texas	1,083,860	1,110,800	-26,940	Iowa	57,506	61,375	-3,869
Colorado	1,048,400	1,041,168	7,232	Alabama	46,023	28,266	17,757
Montana	493,904	818,826	-324,922	Virginia	40,025	20,100	19,925
Nebraska	171,889	172,126	-237	Delaware	37,022	23,162	13,860
Washington	171,805	163,221	8,584	New Jersey	32,211	26,100	6,111
Arizona	131,372	136,126	-4,754	North Carolina	32,702	21,209	11,493
Wyoming	623,899	624,703	-804	Maryland	22,710	20,100	2,610
Mississippi	475,730	531,383	-55,653	New York	30,215	25,644	4,571
Texas	441,516	438,700	2,816	Tennessee	27,774	18,881	8,893
Nebraska	432,220	444,900	-12,680	Pennsylvania	17,504	17,181	323
Tennessee	373,835	336,500	37,335	Ohio	16,465	14,266	2,199
Arizona	373,860	376,156	-2,296	Kentucky	14,877	10,881	3,996
Georgia	312,404	318,351	-5,947	Massachusetts	9,955	6,638	3,317
New Mexico	341,878	337,672	4,206	Maine	7,074	7,231	-157
Nevada	202,260	231,368	-29,108	Connecticut	4,103	2,538	1,565
Oklahoma	203,446	237,300	-33,854	Rhode Island	1,804	531	1,273
Mississippi	181,829	187,115	-5,286	Vermont	913	200	713
Minnesota	181,871	212,130	-30,259	New Hampshire	908	156	752
South Dakota	182,315	182,614	-299	New Mexico	800	431	369
				Total US	32,354,532	29,468,781	2,885,751



Gambar 4. Menunjukkan distribusi spasial dari irigasi tanah yang digunakan dalam assesment akurasi.

Pada Gambar 4, dijelaskan : (a) California Department of Water Resources lima batasan untuk 19 county yang diamati antara tahun 2000 dan 2004, medan berbayang kelabu diirigasi dan akan menghilangkan lahan yang tidak diirigasi, (b) titik hitam yang titik tanah-nya di-survey oleh University of North Dakota sepanjang July–August 2006, dan (c) sebuah poligon digambarkan untuk kita dengan dengan menimpa mereka pada citra Landsat dan menggunakan atribut titik yang diambil selama survey pada Agustus 2006. Area poligon ini digunakan dalam assesment akurasi.



Gambar 5. MirAD-US (kolom pertama dan ketiga) secara kualitatif dibandingkan dengan snapshot dari sistem cropping yang dilakukan pada August 2002.

Pada Gambar 5, dijelaskan : Citra Landsat (kedua dan keempat) dalam (a) Snake River Basin dalam bagian selatan Idaho, (b) Central

Valley dalam California, (c) south-central Nebraska, (d) semiarid northwestern Texas, (e) Mississippi flood plains lembab dalam Missouri, dan (f) Florida Selatan. Landsat bands 7, 4, dan 3 ditunjukkan dalam kombinasi merah, hijau, dan biru.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Dalam paper ini dipetakan lahan irigasi dalam konterminus Amerika Serikat dengan secara spasial mengidentifikasi area dari data tabular yang dilaporkan oleh USDA pada level county. Metode ini bersifat robust dan mudah diimplementasikan menggunakan dataset dari sumber sekunder yang tersedia secara publik. Peta yang dihasilkan dari area irigasi untuk 2002 akurat dalam bagian barat dan sentral Amerika Serikat, dengan akurasi rata-rata 92% dan 75%. Perbedaan sinyal pertumbuhan perkebunan antara yang teririgasi dan tidak-teririgasi merupakan kunci kesuksesan memetakan area teririgasi pada wilayah ini. MirAD-US mengidentifikasi status irigasi untuk tiap 250-m sel tanpa presentasi fraksional dari informasi irigasi. Ini sangat menolong untuk kuantifikasi parameter untuk air dan energi terhadap lokasi spasial yang benar.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, (tanpa tahun), *Mapping Irrigated Lands at 250-m Scale by Merging MODIS Data and National Agricultural Statistics*, Md Shahrar Pervez , Jesslyn F. Brown; ISSN 2072- 4292 www.mdpi.com/journal/remote-sensing.
2. USDA-NASS. 2007, *Census of Agriculture, Summary and State Data*, Geographic Area Series, Part 51, AC-07-A-51; U.S. Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service: Washington, DC, USA, 2009; Volume 1, Available online: http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Full_Report/usv1.pdf (accessed on 23 February 2010).