

DETEKSI ZONASI BANJIR PADA LAHAN SAWAH MENGGUNAKAN CITRA SATELIT TERRA MODIS DAN TRMM (Studi Kasus Kabupaten Demak Jawa Tengah)

Latifah Rahmadany, Arief Laila Nugraha, Bandi Sasmito, Nur Febrianti ^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788
e-mail : geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Salah satu tanaman pangan yang menjadi komoditas utama di Indonesia adalah padi. Namun dengan kondisi cuaca yang ekstrim seperti hujan lebat hingga menyebabkan banjir, maka sawah yang ditanami padi dapat tergenang sehingga mengalami penurunan produktivitas. Dalam rangka membantu pemerintah untuk menentukan kebijakan pengadaan pangan di Indonesia agar tidak terjadi kerentanan pangan yang tinggi, maka diperlukan informasi tentang perkiraan kegagalan panen atau produksi pangan akibat kejadian banjir pada lahan pertanian.

Pemantauan banjir dapat dilakukan menggunakan penginderaan jauh. Data penginderaan jauh yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Terra Modis dan data TRMM Desember 2012 – Februari 2013 dan Desember 2013 – Februari 2014 periode 8 harian, Peta luas baku sawah dan Peta administrasi. Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Demak yang merupakan salah satu Kabupaten penyangga pangan di Jawa Tengah. Metode yang digunakan adalah metode *overlay* indeks faktor *Enhance Vegetation Index* (EVI) dengan curah hujan pada periode yang sama sehingga diperoleh tingkat rawan banjir yang diklasifikasi menjadi 5 kelas. Penentuan potensi banjir juga menggunakan beberapa asumsi yaitu: lahan sawah diasumsikan sebagai sawah tadah hujan sehingga tidak ada aliran air keluar dan masuk lahan sawah, lahan sawah berada di daerah datar (tidak terasering), curah hujan yang melebihi kebutuhan air tanaman akan berpotensi banjir, curah hujan diasumsikan memiliki pengaruh yang lebih besar dari pada indeks vegetasi. Hasil dari penelitian ini adalah daerah yang terdeteksi mengalami banjir periode 8 harian di Kabupaten Demak.

Kata kunci: Terra Modis, TRMM, EVI, Curah hujan

ABSTRACT

One of the crops which became a main commodity in Indonesia is rice. But in extreme weather such as rain that cause flooding, the rice field can be flooded to have decline in productivity. To facilitate the government to determine the food policy in Indonesia in order to avoid high food insecurity, it's necessary to have some information about the estimate of crop or food production failures due to flood events on the agricultural land.

Flood monitoring can be done using remote sensing. Remote sensing data used in this study is a Terra MODIS and TRMM in December 2012 - February 2013 and December 2013 - February 2014 in 8 daily period, standard extensive field map, and administration map. This research was conducted in Kabupaten Demak, which is one of the food buffer districts in Central Java. The method used is the index overlay factors method which combines Enhance Vegetation Index (EVI) with rainfall in the same period in order to obtain the level of flood-prone that is classified into 5 classes. Determination of the flood potential also uses several assumptions, namely: rice fields are assumed as wetland so that there is no water flow in and out of the fields; the fields are located in a flat area (no terracing); the rainfall that in excess of crop water requirement will be potentially flooding; the rainfall is assumed to have a greater influence than the vegetation index. The results of this study are detected of flooded area in 8 daily period in Kabupaten Demak.

Keywords: Terra MODIS, TRMM, EVI, rainfall

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

Tanaman padi merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kelangsungan masyarakat Indonesia. Peningkatan produksi tanaman pangan perlu dilakukan untuk mencapai swasembada pangan dan ketahanan pangan. Berdasarkan UURI No.7 tahun 1996 menyatakan bahwa ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata dan terjangkau. Namun produksi padi setiap tahunnya mengalami fluktuasi akibat adanya perubahan iklim. Bencana yang diakibatkan oleh perubahan iklim adalah adanya bencana banjir yang mempengaruhi pasokan produksi padi. Iklim merupakan faktor eksternal yang mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi disamping faktor internal (genetika). Salah satu unsur cuaca atau iklim yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi adalah curah hujan sebagai pemasok air bagi tanaman.

Oleh karena itu untuk membantu pemerintah menentukan kebijakan pengadaan pangan di Indonesia agar tidak terjadi kerentanan pangan (*Food Vulnerability*) yang tinggi, maka diperlukan masukan tentang perkiraan kegagalan panen atau penurunan produksi pangan akibat dari banjir pada lahan sawah. Salah satu upayanya adalah melakukan pemantauan kejadian banjir pada tanaman padi. Dengan adanya pemantauan tersebut diharapkan pemerintah dapat mengambil tindakan untuk meningkatkan produksi padi.

Salah satu metode pemantauan kejadian banjir pada lahan sawah dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh yaitu melalui satelit Terra MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) dan TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*). Satelit Terra MODIS yang memiliki resolusi temporal setiap hari dapat memantau perubahan pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi menggunakan metode EVI. Sedangkan Satelit TRMM dapat memberikan informasi curah hujan setiap 3 jam.

Berdasarkan uraian masalah diatas maka permasalahan dari penelitian ini adalah “Bagaimana penentuan zonasi banjir lahan sawah di Kabupaten Demak menggunakan teknik penginderaan jauh”

Untuk menjelaskan permasalahan yang akan dibahas dan agar tidak terlalu jauh dari kajian masalah, maka penelitian ini akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Daerah yang menjadi objek penelitian adalah Kabupaten Demak Jawa Tengah yang memiliki luas sawah 50.893 ha.
2. Menggunakan data citra Terra Modis dan data curah hujan TRMM Desember 2012 – Februari 2013 dan Desember 2013 – Februari 2014 periode 8 harian.
3. Penentuan indeks banjir berdasarkan nilai EVI dan curah hujan.
4. Lahan sawah diasumsikan sebagai sawah tadah hujan sehingga tidak ada aliran air keluar dan masuk lahan sawah.
5. Lahan sawah diasumsikan berada di daerah datar (tidak terasering),
6. Curah hujan yang melebihi kebutuhan air tanaman akan berpotensi banjir,.
7. Curah hujan diasumsikan memiliki pengaruh yang lebih besar dari pada indeks vegetasi.
8. Produk peta yang dihasilkan adalah peta dengan skala minimum 1: 100.000.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, adalah:

1. Memantau daerah lahan sawah yang terdeteksi banjir secara temporal periode 8 harian Desember 2012 - Februari 2013 dan Desember 2013 - Februari 2014 untuk 5 kelas indeks banjir.

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan masukan informasi kepada pertanian Kabupaten Demak Jawa Tengah terkait dengan pemantauan daerah lahan sawah yang berpotensi banjir, sehingga dapat menjadi masukan tentang perkiraan kegagalan panen atau penurunan produksi pangan akibat banjir pada lahan sawah.
2. Memberikan sumbangan penelitian dan telah pustaka untuk pengembangan ilmu yang berkaitan dengan pemantauan banjir lahan sawah.

II. Metodologi Penelitian

Lokasi Penelitian ini mengambil studi kasus di Kabupaten Demak Jawa Tengah yang terletak pada koordinat 6° 43' 26''-7° 09' 43'' LS dan 110° 27' 58'' – 110° 48' 47'' BT.

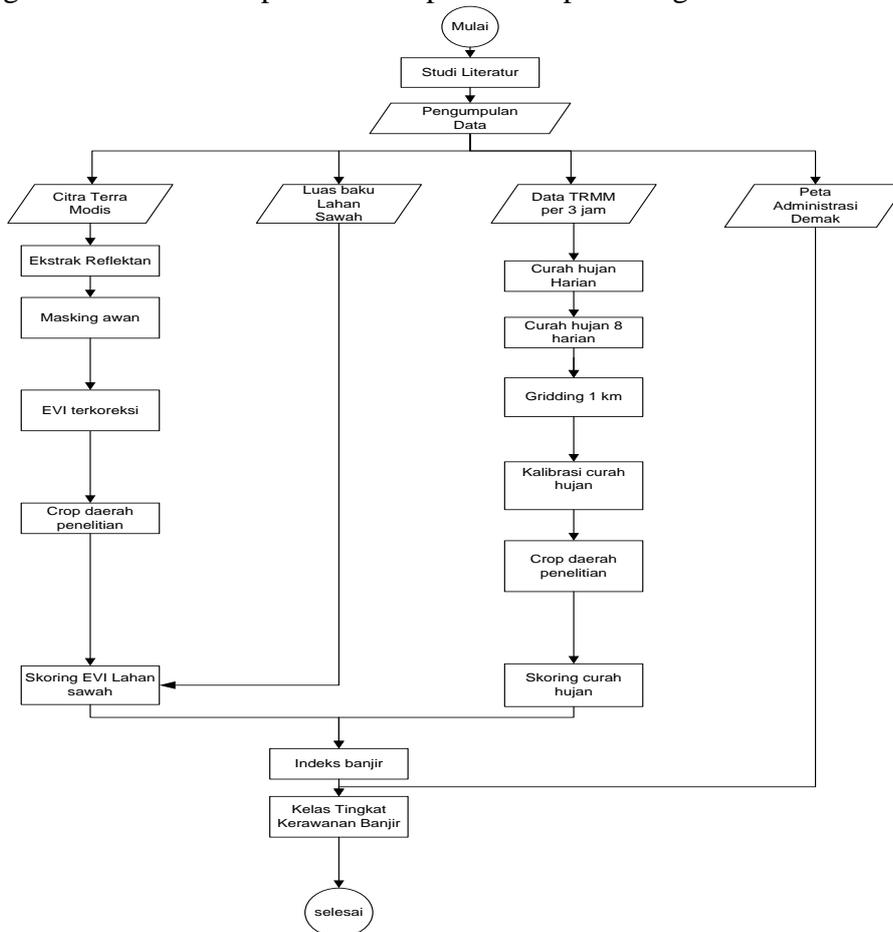
Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah :

- a. Perangkat Keras (Hardware)
 - 1. Laptop dengan spesifikasi intel R Core TM i3 CPU M 350 @2.27 GHz 2,27GHz, 2.00 GB of RAM.
 - 2. GPS Handle
- b. Perangkat Lunak (Software)
 - 1. 1 unit software MRTool
 - 2. 1 unit software TRMM Harian
 - 3. 1 unit software ERMapper 7.0
 - 4. 1 unit software Arc GIS 10

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1. Data citra Terra MODIS dan TRMM 3B42 Desember 2012 – Februari 2013 dan Desember 2013 – Februari 2014. Resolusi temporal yang dimiliki data MODIS adalah 8 harian dan resolusi spasial 250 m, sedangkan data TRMM memiliki resolusi temporal per 3 jam dan resolusi spasial 0,25° x 0,25°. Data penginderaan jauh tersebut di peroleh dari LAPAN. Data citra Terra MODIS yang diperoleh di LAPAN sudah terkoreksi Radiometrik.
- 2. Peta Administrasi Kabupaten Demak diperoleh dari Bappeda Kabupaten Demak.
- 3. Peta luas baku lahan sawah diperoleh dari Departemen pertanian.

Tahap pengolahan data dalam penelitian dapat dilihat pada diagram berikut:



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

Secara umum metodologi yang dilakukan yaitu:

1. Satelit Terra Modis 8 harian dapat diakses melalui internet disitus e4ftl01.cr.usgs.gov/molt/mod112, kemudian dilakukan koreksi geometrik menggunakan software MRTTools, selanjutnya diekstrak nilai reflektannya.
2. Dari nilai reflektan dihitung nilai EVI selanjutnya dilakukan pemisahan awan/maskingawan., sehingga diperoleh nilai EVI yang sudah terkoreksi. Formula EVI (Huette, 1997 dalam Dirgahayu, 2011) sebagai berikut:

$$EVI = G * \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + C_1 * \rho_{Red} - C_2 * \rho_{Blue} + L} \dots\dots\dots(2.1)$$

L = Perataan nonlinier dari kanopi daun (bernilai 1)

C1, C2 = Koefisien aerosol masing-masing bernilai 6 dan 7,5

G = Gain factor (bernilai 2.5)

ρ_{NIR} , RED, BLUE = Reflektan gelombang inframerah dekat, merah dan biru pada citra Terra MODIS.

3. Nilai EVI terkoreksi dilakukan pembobotan yang digunakan untuk pemantauan banjir lahan sawah.

Tabel 1. Skor EVI

N0	Kelas	EVI Skor	EVI
1	1	5	>0,700
2	2	15	0,626-0,699
3	3	30	0,516-0,625
4	4	45	0,405-0,515
5	5	60	0,295-0,404
6	6	75	0,184-0,294
7	7	90	0,074-0,183
8	8	100	<0,074

Sumber: Dede Dirgahayu, 2011

4. Pengolahan data curah hujan TRMM yang dapat diakses melalui internet setiap 3 jam di situs ftp://trmmopen.gsfc.nasa.gov/pub/merged/3B42RT, di-ekstrak nilai curah hujannya dan diakumulasi menjadi periode harian, selanjutnya diakumulasi menjadi curah hujan 8 harian. Ukuran awal data curah hujan TRMM adalah 27 x 27 km, maka dilakukan gridding curah hujan menjadi 1 x 1 km, dan kemudian dilakukan kalibrasi terhadap data lapangan menggunakan rumus sebagai berikut: $CH = 0.592 * CH(TRMM) + 2.58$ (hasil kalibrasi TRMM dengan data lapangan). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zubaidah A. dan Dirgahayu D. (2011), diperoleh model estimasi curah hujan TRMM periode 8 harian $Y = 0.592 X + 2.58$, dimana Y adalah nilai estimasi curah hujan 8 harian menggunakan data TRMM dan X adalah curah hujan 8 harian dari TRMM. Model ini dapat digunakan untuk mendukung kegiatan pemantauan rawan banjir dan kekeringan sawah dengan nilai korelasi sebesar $r = 87.92\%$. Nilai curah hujan setelah dilakukan kalibrasi dengan model tersebut memiliki nilai curah hujan yang mendekati nilai curah hujan di lapangan. Penelitian menggunakan data observasi dari 19 titik stasiun di kabupaten Indramayu, karena pulau Jawa mempunyai pola curah hujan monsunal maka model yang diperoleh dari indramayu dengan stasiun pengamat yang lengkap dapat mewakili kalibrasi di wilayah pulau Jawa meliputi Jawa Tengah dan Jawa Timur. Setelah itu cropdata TRMM untuk Kabupaten Demak.
5. Kemudian nilai curah hujan dilakukan pembobotan/ Skor. Dalam penentuan banjir sawah sebelumnya dilakukan pembobotan indeks banjir dari faktor bobot curah hujan dan bobot

EVI, dengan asumsi bahwa apabila curah hujan yang terjadi melebihi kebutuhan air tanaman maka akan berpotensi banjir.

Tabel 2. Skor Curah Hujan

Kelas	CH Skor	Curah Hujan (mm)
1	5	<60
2	15	61-75
3	30	76-91
4	45	92-107
5	60	108-123
6	75	124-138
7	90	139-149
8	100	150

Sumber: Dede Dirgahayu, 2011

- Metode *overlay* indeks terbobot untuk membuat zonasi rawan banjir dihitung dengan persamaan:

$$\text{Indeks} = S(w_i \times \text{skor indeks})$$
 dimana: w : bobot faktor dan $\sum w = 1$ (Dede Dirgahayu, 2011)
- Dalam penelitian ini faktor yang digunakan adalah indeks curah hujan (CH) dan indeks vegetasi (EVI), dengan bobot faktor CH adalah $\frac{2}{3}$ dan faktor indeks vegetasi adalah $\frac{1}{3}$ sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\text{Indeks Banjir} = 0,67 \times \text{CH_Skor} + 0,33 \times \text{EVI_Skor}$$
 (Dede Dirgahayu, 2011).
- Setelah itu lakukan klasifikasi tingkat rawan banjir di lahan sawah yang terdiri dari kelas tidak banjir, tingkat banjir ringan, banjir sedang, banjir berat, dan tingkat banjir sangat berat. Klasifikasi tersebut ditentukan berdasarkan nilai indeks banjir.

Tabel 3. Kelas Indeks Banjir

No	Kelas	Indeks Banjir
1	Tidak Banjir	<34
2	Ringan	35-48
3	Sedang	49-62
4	Berat	63-77
5	Sangat Berat	78-100

Sumber: Dede Dirgahayu, 2011

III. Hasil dan Pembahasan

1. Distribusi Curah Hujan Periode 8 Harian Januari 2014

Pada periode pertama Januari 2014 terjadi hujan sangat tinggi dengan curah hujan berkisar antara 129-193 mm. Periode kedua mayoritas terjadi hujan menengah dengan curah hujan berkisar antara 54-72 mm. Periode ketiga terjadi hujan sangat tinggi dengan curah hujan berkisar antara 200-312 mm. Periode keempat mayoritas terjadi hujan tinggi dengan curah hujan berkisar antara 73-100 mm. Curah hujan rata-rata periode Januari 2014 dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Periode	Tanggal	Curah Hujan (mm)
I	1-8 Jan	142,960
II	9-16 Jan	80,080
III	17-24 Jan	257,910
IV	25 Jan-1 Feb	83,320

2. Distribusi Nilai EVI Periode 8 Harian Januari 2014

Periode pertama Januari 2014 didominasi oleh nilai EVI tinggi yaitu berkisar antara 0,405-0,699 tetapi pada periode berikutnya lahan sawah terdiri dari nilai EVI rendah yaitu berkisar antara 0,184- 0,294.

3. Zonasi Lahan Sawah Berpotensi Banjir Periode 8 Harian Januari 2014

Pada Januari 2014 banjir berat dan sangat berat terjadi pada periode pertama, kedua dan ketiga. Banjir berat dan sangat berat terluas terjadi pada periode ketiga. Sedangkan pada periode keempat mayoritas lahan sawah berpotensi banjir ringan. Peta potensi banjir periode 8 harian bulan Januari 2014 dapat dilihat pada gambar berikut

Luas banjir berat dan sangat berat Januari 2014 disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. Luas Banjir periode 8 Harian Januari 2014

NO	KECAMATAN	Luas Potensi Banjir (Ha)			
		2014			
		Periode			
		I	II	III	IV
1	WONOSALAM	2.625,000	0	3.537,500	0
2	WEDUNG	4.612,500	2.293,750	4.662,500	0
3	SAYUNG	2.075,000	0	2.075,000	56,250
4	MRANGGEN	2.731,250	0	2.556,250	0
5	MIJEN	3.081,250	25,000	3.912,500	0
6	KEBONAGUNG	525,000	0	3.081,250	0
7	KARANGTENGAH	3.031,250	0	2.812,500	0
8	KARANGAWEN	3.200,000	0	3.062,500	0
9	KARANGANYAR	1.400,000	0	5.050,000	0
10	GUNTUR	3.481,250	0	3.493,750	0
11	GAJAH	1.075,000	0	3.693,750	0
12	DEMPET	737,500	0	3.775,000	0
13	DEMAK	3.593,750	0	3.981,250	0
14	BONANG	4.437,500	0	4.531,250	0
Jumlah		36.606,250	2.318,750	50.225,000	56,250

IV. PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa penentuan zonasi banjir pada lahan sawah dapat dilakukan dengan teknik penginderaan jauh satelit Terra MODIS dan TRMM. Dengan menggunakan citra satelit Terra MODIS dapat diekstrak nilai indeks vegetasi EVI. Nilai EVI dapat menggambarkan tingkat kehijauan vegetasi di permukaan bumi. Penggunaan EVI yang diekstrak dari citra Terra MODIS secara temporal dapat diidentifikasi fluktuasi tingkat kehijauan tanaman padi sawah. Sedangkan dari data TRMM dapat diekstrak nilai curah hujan harian. Curah hujan mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi karena merupakan pemasok air bagi tanaman, sehingga dalam penelitian ini curah hujan memiliki faktor yang besar dalam penentuan indeks banjir. Dari nilai EVI dan curah hujan dilakukan penentuan indeks banjir. Metode yang digunakan adalah metode *overlay* indeks faktor (EVI) *Enhance Vegetation Index* dengan curah hujan pada periode yang sama sehingga diperoleh tingkat rawan banjir yang diklasifikasi menjadi 5 kelas. Hasil dari penelitian ini adalah pemantauan banjir periode 8 harian di Kabupaten Demak.

2. Saran

Saran yang diajukan berdasarkan hasil penelitian untuk penelitian berikutnya adalah :

1. Penelitian ini hanya menggunakan faktor dinamis kejadian banjir, maka untuk penelitian lebih lanjut disarankan menambah faktor statis seperti geologi tanah, kelerengan dll.
2. Untuk koreksi data curah hujan yang lebih bagus disarankan membuat model koreksi sendiri sesuai daerah penelitian. Model kalibrasi curah hujan yang digunakan akan mempunyai pengaruh terhadap data curah hujan. Sehingga mengakibatkan data curah hujan TRMM terkoreksi menjadi kecil, yang berdampak pada penentuan indeks banjir.
3. Perlu adanya penelitian untuk lahan sawah di lokasi lain, sehingga dapat menjadi masukan informasi bagi pemerintah dalam swasembada pangan mengenai daerah yang berpotensi banjir.

Daftar Pustaka

- Febrianti, Nur dan Dede Dirgahayu Domiri.2012. *Analisis Potensi Banjir di Sawah Menggunakan Data MODIS dan TRMM (Studi Kasus Kabupaten Indramayu)*. Jakarta: Jurnal Penginderaan Jauh.
- Harsanugraha, Wawan K. 2010. *Pengembangan Metode Identifikasi Fase Pertumbuhan Padi Sawah di Pulau Jawa dari Data MODIS dan TRMM*. Jakarta: Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh LAPAN.
- Modis Data Spesification. <http://modis.gsfc.nasa.gov> diakses pada 10 Maret 2014
- Trmmopen.gsfc.nasa.gov diakses pada 10 Maret 2014
- UURI No.76 Tahun 1996 Tentang Ketahanan Pangan.
- Zubaidah, A., dkk. 2011. *Pemantauan Kejadian Banjir Lahan Sawah Menggunakan Data Penginderaan Jauh (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) MODIS di Provinsi Jawa Timur dan Bali*. Jakarta: Jurnal Ilmiah Widya.
- Zubaidah A. dan Dede Dirgahayu. 2011. *Estimasi Curah Hujan Periode 8 Harian/ Dasaharian Menggunakan Data Penginderaan Jauh TRMM Studi Kasus Wilayah Indramayu*. Bogor: Proceedings Geosarnas.