

**ANALISIS INDEKS KEKERINGAN METEOROLOGIS LAHAN GAMBUT DI
PULAU TEBING TINGGI PROVINSI RIAU MENGGUNAKAN DATA SATELIT
TROPICAL RAINFALL MEASURING MISSION (TRMM)**

Syuhaya Wanisakdiah ¹⁾, Sigit Sutikno ²⁾, Yohanna Lilis Handayani ²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: Syuhaya.wanisakdiah@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Drought is one of the phenomena that often happen every year in some regions of Indonesia. Therefore, it is necessary to do drought index analysis to know the level of drought so that it can be used for early against peat fire disaster. Analyzing level of drought in peat land in this research used SPI (Standardized Precipitation Index) method based on GIS (Geographic Information System). The data used were monthly rainfall data taken from TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) satellite in the area of Tebing Tinggi Island from 2009 -2016. The calculation of SPI index was conducted on monthly and half monthly period in each designed grid. The results show that in monthly period, the severe drought index values occurred on grid 21, February of 2014 at -4.007 (Very Dry), whereas the period of half monthly values of severe drought index occurred on grid 4, the month of February 2 of 2014 was -4.896 (Very Dry). The results indicated that the calculation of the half monthly period is better than the monthly period, because the result of the half monthly period is more detailed.

Keywords: *Drought Index, Standardized Precipitation Index, TRMM, Drought Distribution Mapping.*

A. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Keadaan keduanya sangat ditentukan oleh kondisi meteorologis. Perubahan iklim dan cuaca diakibatkan adanya pemanasan global sehingga dapat menimbulkan dampak negatif. Dampak negarifnya yaitu terjadinya kekeringan. Kekeringan salah satu fenomena yang terjadi sebagai dampak sirkulasi musiman setiap tahunnya. Kekeringan sangat sulit untuk dipantau karena kompleksitas yang ada pada alam (Turkes and Hasan Tatli 2009). Proses terjadinya kekeringan diawali berkurangnya jumlah curah hujan dibawah normal pada satu musim. Rendahnya jumlah curah hujan dapat menyebabkan berkurangnya

cadangan air tanah (kekeringan meteorologi), apabila terjadi dalam jangka waktu yang lama, kondisi di wilayah tersebut juga akan terganggu, menyebabkan menurunnya tinggi permukaan air seperti waduk (kekeringan hidrologi), sehingga berkurangnya cadangan air untuk tanaman (kekeringan pertanian) yang dapat menyebabkan gagal panen, dan dapat menimbulkan kebakaran pada wilayah tersebut. *Standardized Precipitation Index* (SPI) merupakan salah metode untuk meningkatkan efektifitas pemantauan kekeringan di pulau Tebing Tinggi. Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) digunakan untuk mengetahui indeks kekeringan di lahan gambut menggunakan data curah hujan di pulau Tebing Tinggi.

Pengambilan data curah hujan menggunakan satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) dikarenakan tidak terdapat stasiun atau pos pengamatan curah hujan dipulau Tebing Tinggi dan melakukan pemetaan berbasis SIG (Sistem Informasi Geografis). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji analisis indeks kekeringan di lahan gambut di pulau Tebing Tinggi menggunakan data satelit.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Kekeringan

Menurut Obasi (1994) kekeringan adalah suatu keadaan tanpa adanya hujan yang berkepanjangan sehingga terjadi kekeringan dibawah rata – rata yang cukup lama sehingga terganggunya keseimbangan hidrologi. Menurut Muliawan et al (2012) kekeringan dibagi menjadi 3 jenis sebagai berikut di bawah ini.

- a. Kekeringan Meteorologis (*Meteorology Drought*) adalah kekurangan air hujan dari yang normal dalam periode tertentu. Perhitungan tingkat kekeringan meteorologis merupakan indikasi pertama yang menyebabkan kekeringan.
- b. Kekeringan Pertanian (*Agricultural Drought*) terjadi setelah terjadinya gejala kekeringan meteorologi. Terjadinya kekeringan ini dikarenakan berkurangnya kandungan air di dalam tanah sehingga tidak bisa lagi memenuhi kebutuhan air tanaman pada suatu periode.
- c. Kekeringan Hidrologi (*Hydrological Drought*) yaitu kekeringan hidrologis diukur dari ketinggian muka air sungai, waduk dan air tanah. Kekeringan hidrologi yaitu kekurangan pasokan air permukaan dan air tanah dalam bentuk air danau dan waduk, aliran sungai, dan muka air tanah.

2. Indeks Kekeringan

Pengembangan mengenai indeks kekeringan diperlukan suatu indikator untuk mendeteksi, memantau dan mengevaluasi kejadian kekeringan dimasa sekarang maupun dimasa yang akan datang. Menurut Hayes *et al.* (2011) yang membahas mengenai indeks kekeringan dalam sistem peringatan kekeringan menyatakan bahwa SPI sangat direkomendasikan dikarenakan sangat bagus dalam memonitoring tingkat kekeringan meteorologis di seluruh dunia.

Adapun macam –macam analisa indeks kekeringan yang telah dilakukan, yaitu:

1. *Percent of Normal*,
2. *Reclamation Drought Indeks* (RDI),
3. *Crop Moisture Indeks* (CMI),
4. *Standardized Precipitation Indeks* (SPI),
5. *Palmer Drought Severity Indeks*,
6. *Theory of Run*.

3. *Standardized Precipitation Index* (SPI)

Menurut (McKee, Doesken, & Kleist, 1993) metode *Standardized precipitation Index* (SPI) pertama kali dikenalkan oleh Mckee tahun 1993 di Colorado, AS. Tujuan *Standardized Precipitation Index* (SPI) digunakan untuk mengetahui indeks kekeringan.

Tabel 1. Klasifikasi nilai indeks SPI (*Standardized Precipitation Index*)

Nilai SPI	Kategori
≥ 2	Sangat Basah
1,50 s/d 1,99	Basah
1,00 s/d 1,49	Agak Basah
-0,99 s/d 0,99	Normal
-1,00 s/d -1,49	Agak Kering
-1,50 s/d -1,99	Kering
≤ -2	Sangat Kering

(Sumber: McKee, 2013)

Perhitungan SPI berdasarkan jumlah gamma yang didefinisikan sebagai fungsi frekuensi atau peluang kejadian sebagai berikut:

$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\beta^{\alpha T(\alpha)}} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (1)$$

dengan:

$\alpha > 0$ = parameter bentuk,

$\beta > 0$ = parameter,

$X > 0$ = jumlah curah hujan.

Nilai α dan β diestimasi untuk setiap stasiun hujan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (2)$$

$$A = \text{Ln}(\bar{x}) - \frac{\sum \text{Ln}(x)}{n} \quad (3)$$

atau

$$\alpha = \alpha = \frac{\bar{x}^2}{s^2} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (5)$$

dengan:

n = jumlah data pengamatan curah hujan.

Parameter yang dipergunakan untuk menentukan probabilitas kumulatif dari kejadian curah hujan yang diamati untuk setiap bulan dan skala waktu dari tiap stasiun. Probabilitas Kumulatif ini dihitung dengan:

$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\beta^{\alpha T(\alpha)}} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (6)$$

Karena fungsi gamma tidak terdefinisi untuk $x = 0$, maka nilai $G(x)$ menjadi:

$$H(x) = q + (1 - q) \times G(x) \quad (7)$$

dengan:

q = jumlah kejadian hujan = 0 (m)/Jumlah data (n).

Apabila m merupakan jumlah nol dari seluruh data curah hujan, maka q dapat di estimasi dengan m/n . probabilitas kumulatif $H(x)$ tersebut kemudian ditransformasi ke dalam standar normal random variable Z dengan nilai rata – rata 0 dan variasi 1, nilai yang diperoleh Z merupakan nilai SPI.

Nilai standar normal random variabel Z atau SPI tersebut lebih mudah dengan perhitungan menggunakan aproksimasi yang diketemukan oleh Abramowitz dan Stegun (1964) dengan persamaan sebagai berikut:

Perhitungan Z atau SPI untuk $0 < H(x) \leq 0,5$

$$Z = \text{SPI} = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (8)$$

dengan:

$$t = \sqrt{\text{Ln} \left(\frac{1}{(H(x))^2} \right)} \quad (9)$$

Perhitungan Z atau SPI untuk $0,5 < H(x) \leq 1,0$

$$Z = \text{SPI} = \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (10)$$

dengan:

$$t = \sqrt{\text{Ln} \left(\frac{1}{(1-H(x))^2} \right)} \quad (11)$$

dengan:

$$c_0 = 2,515517$$

$$c_1 = 0,802853$$

$$c_2 = 0,010328$$

$$d_1 = 1,432788$$

$$d_2 = 0,189269$$

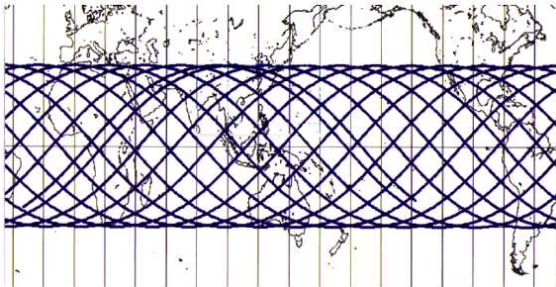
$$d_3 = 0,001308$$

kekeringan terjadi pada waktu SPI secara berkesinambungan negatif dan mencapai intensitas kemiringan dengan SPI bernilai -1 atau lebih kecil.

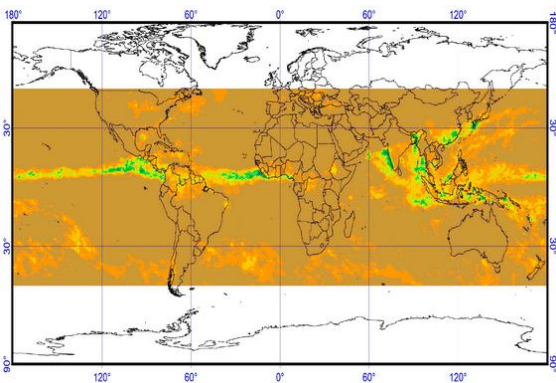
4. Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)

Satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) diluncurkan pada tanggal 27 November 1997. Satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) berkerjasama dengan dua badan antariksa nasional, yaitu Amerika Serikat NASA (*National Space Development of Japan*) yang sekarang berubah menjadi JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*). Satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) merupakan satelit cuaca/klimatologi yang digunakan untuk mengukur curah hujan di wilayah tropis (Feidas, 2010). TRMM yang digunakan yaitu GSMap dengan *spatial resolution* 0,1°, dan *time resolution* 1 jam.

Data TRMM bisa juga digunakan dalam pemodelan hidrologi untuk menganalisis banjir (Sutikno *et al.*, 2017).



Gambar 1. Orbit satelit TRMM
(Sumber: BBTMC, 2010)



Gambar 2. Coverage area dari satelit TRMM
(Sumber: BBTMC, 2010)

5. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Menurut Kurniawan (2014) SIG (Sistem Informasi Geografis) dapat diartikan suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumber daya manusia yang diperlakukan untuk mengelola data dan menampilkan dalam suatu sistem informasi.

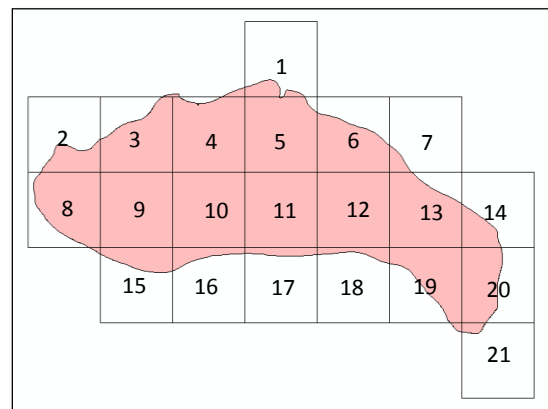
Teknologi SIG keraitan dengan teknologi penginderaan jauh, meskipun penginderaan jauh bukan satu – satunya ilmu pendukung bagi sistem ini. Sumber data lainnya berasal dari hasil survei lapangan dan, data – data sekunder, seperti catatan, sensus dan laporan terpercaya.

C. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di kabupaten kepulauan Meranti, pulau Tebing Tinggi, Provinsi Riau. Pulau Tebing Tinggi memiliki luas 849,50 km² yang berada pada posisi 00° 52' 382" LU dan 102° 56' 911" BT.

Pada penelitian ini wilayah pulau Tebing Tinggi dibagi menjadi 21 grid. Tujuannya untuk membagi wilayah menjadi lebih kecil sehingga memudahkan dalam proses mendapatkan data curah hujan satelit.



Gambar 3. Pembagian Grid Pulau Tebing Tinggi

2. Data Curah Hujan

Pengumpulan data curah hujan menggunakan data satelit penginderaan jauh dengan satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) yang bekerja sama dengan BPPT (Badan Pengajian dan Penerapan Teknologi) Provinsi Riau. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengunduh data curah hujan adalah *FileZilla FTP Client* yang sudah tersambung dengan JAXA.

3. Metode pengolahan Data

Adapun metode pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan teori untuk studi pustaka berupa teori tentang indeks kekeringan, metode SPI (*Standardized Precipitation Index*), satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*).
- b. Melakukan pengumpulan data seperti data curah hujan tahun 2009 – 2016 yang didapat dari satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) mulai dari tahun 2009 - 2016 di pulau Tebing Tinggi.
- c. Data curah hujan yang didapat dari dari satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) adalah data curah hujan per jam. Data curah hujan diolah menjadi curah hujan harian dan setelah itu diolah menjadi curah hujan bulanan.
- d. Menganalisis data curah hujan menggunakan metode SPI (*Standardized Precipitation Index*) untuk mengetahui nilai indeks kekeringan di pulau Tebing Tinggi.
- e. Menganalisis indeks kekeringan untuk mendapatkan tingkat kekeringan atau kondisi kritis kekeringan di pulau Tebing Tinggi.
- f. Memetakan hasil sebaran kekeringan di pulau Tebing Tinggi menggunakan *software* ArcGIS.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemakaian Metode SPI

Menurut WMO (2012) Metode SPI *Standardized Precipitation Index* (SPI) bisa dihitung dari 1 bulan sampai dengan 72 bulan namun, untuk dapat memberi peringatan dini kekeringan dan mengetahui tingkat kekeringan bisa menggunakan skala SPI yang lebih pendek misalnya 1 – 3 bulan. Menurut WMO (2012) pemakaian metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) ini dianjurkan memiliki data minimal 30 tahun. Metode SPI boleh digunakan kurang dari 30 tahun apabila adanya keterbatasan data. Pemakaian data di penelitian ini di bawah 30 tahun yaitu 8 tahun dikarenakan keterbatasan data. Pada penelitian ini wilayah pulau Tebing Tinggi dibagi menjadi 21 grid.

2. Analisis Hasil Indeks Kekeringan

Berdasarkan hasil perhitungan indeks kekeringan menggunakan metode SPI didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Pada periode 1 bulanan nilai indeks kekeringan terparah terjadi pada grid 21, bulan Februari tahun 2014 sebesar -4,007 dengan tingkat SPI “Sangat Kering”. Hasil rekapitulasi nilai indeks kekeringan dalam satu waktu bisa dilihat pada Tabel 2.
- b. Pada periode 15 harian nilai indeks kekeringan pada grid 14, bulan Feb2 tahun 2014 sebesar -4,896 dengan tingkat SPI “Sangat Kering”. Hasil rekapitulasi nilai indeks kekeringan dalam satu waktu bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Rekapitulasi Indeks Kekeringan dalam Satu Waktu pada Periode 1 Bulanan

No	Grid	Bulan	Nilai SPI	Tingkat Nilai SPI
1	Grid 1	Feb-14	-2.704	Sangat Kering
2	Grid 2	Feb-14	-3.175	Sangat Kering
3	Grid 3	Feb-14	-2.997	Sangat Kering
4	Grid 4	Feb-14	-2.796	Sangat Kering
5	Grid 5	Feb-14	-2.758	Sangat Kering
6	Grid 6	Feb-14	-2.203	Sangat Kering
7	Grid 7	Feb-14	-2.550	Sangat Kering
8	Grid 8	Feb-14	-3.281	Sangat Kering
9	Grid 9	Feb-14	-3.044	Sangat Kering
10	Grid 10	Feb-14	-2.995	Sangat Kering
11	Grid 11	Feb-14	-3.056	Sangat Kering
12	Grid 12	Feb-14	-3.015	Sangat Kering
13	Grid 13	Feb-14	-3.103	Sangat Kering
14	Grid 14	Feb-14	-3.275	Sangat Kering
15	Grid 15	Feb-14	-3.154	Sangat Kering
16	Grid 16	Feb-14	-3.077	Sangat Kering
17	Grid 17	Feb-14	-3.301	Sangat Kering
18	Grid 18	Feb-14	-3.520	Sangat Kering
19	Grid 19	Feb-14	-3.753	Sangat Kering
20	Grid 20	Feb-14	-0.510	Normal
21	Grid 21	Feb-14	-4.007	Sangat Kering

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 3. Rekapitulasi Indeks Kekeringan dalam Satu Waktu pada Periode 1 Bulanan

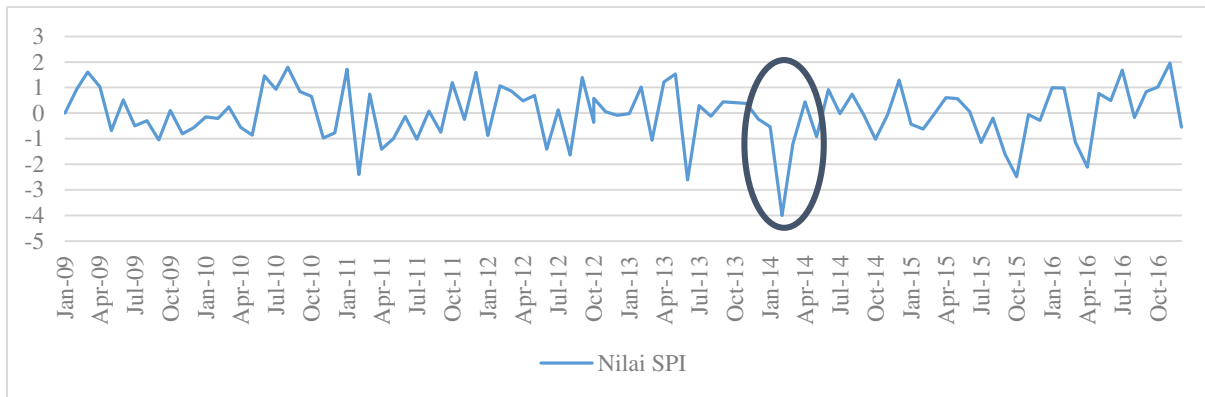
No	Grid	Bulan	Nilai SPI	Tingkat Nilai SPI
1	Grid 1	Feb1-14	-0.891	Normal
		Feb2-14	-5.312	Sangat Kering
2	Grid 2	Feb1-14	-1.966	Kering
		Feb2-14	-4.596	Sangat Kering
3	Grid 3	Feb1-14	-1.685	Kering
		Feb2-14	-1.150	Agak Kering
4	Grid 4	Feb1-14	-1.627	Kering
		Feb2-14	-4.896	Sangat Kering
5	Grid 5	Feb1-14	-1.618	Kering
		Feb2-14	-4.691	Sangat Kering
6	Grid 6	Feb1-14	-1.423	Agak Kering
		Feb2-14	-3.719	Sangat Kering

No	Grid	Bulan	Nilai SPI	Tingkat Nilai SPI
7	Grid 7	Feb1-14	-1.341	Agak Kering
		Feb2-14	-4.371	Sangat Kering
8	Grid 8	Feb1-14	-2.180	Sangat Kering
		Feb2-14	-1.150	Agak Kering
9	Grid 9	Feb1-14	-1.854	Kering
		Feb2-14	-1.150	Agak Kering
10	Grid 10	Feb1-14	-0.478	Normal
		Feb2-14	-4.717	Sangat Kering
11	Grid 11	Feb1-14	-1.939	Kering
		Feb2-14	-4.285	Sangat Kering
12	Grid 12	Feb1-14	-1.921	Kering
		Feb2-14	-4.109	Sangat Kering
13	Grid 13	Feb1-14	-1.742	Kering
		Feb2-14	-3.956	Sangat Kering
14	Grid 14	Feb1-14	-1.991	Kering
		Feb2-14	-3.729	Sangat Kering
15	Grid 15	Feb1-14	-1.734	Kering
		Feb2-14	-1.150	Agak Kering
16	Grid 16	Feb1-14	-0.611	Normal
		Feb2-14	-1.150	Agak Kering
17	Grid 17	Feb1-14	-2.167	Sangat Kering
		Feb2-14	-4.815	Sangat Kering
18	Grid 18	Feb1-14	-2.445	Sangat Kering
		Feb2-14	-3.965	Sangat Kering
19	Grid 19	Feb1-14	-1.093	Agak Kering
		Feb2-14	-3.536	Sangat Kering
20	Grid 20	Feb1-14	-1.309	Agak Kering
		Feb2-14	-0.061	Normal
21	Grid 21	Feb1-14	-2.995	Sangat Kering
		Feb2-14	-1.150	Agak Kering

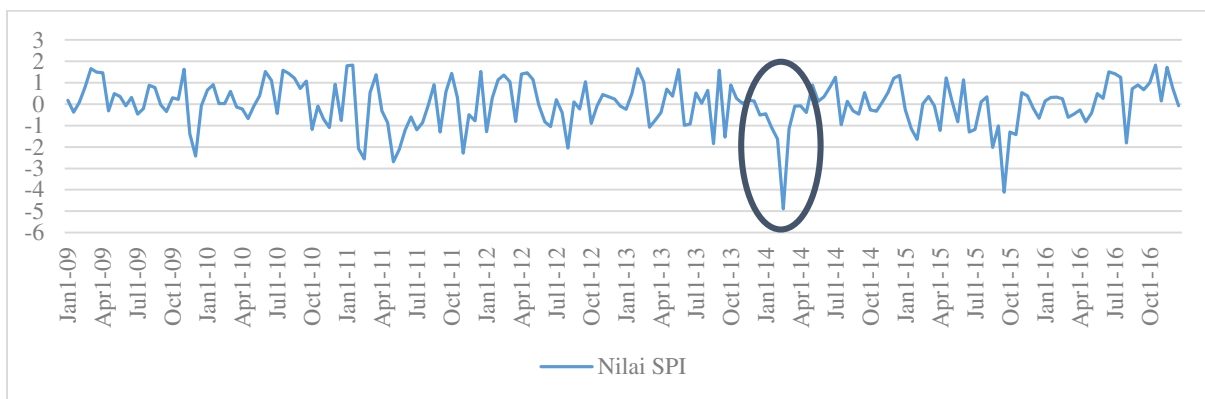
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Pada hasil rekapitulasi indeks kekeringan Tabel 2 dan Tabel 3, hasil periode 15 harian lebih detail dibandingkan periode 1 bulanan.

Pada grafik 1 dan Grafik 2 bisa dilihat dari tahun 2009 – 2016, nilai indeks kekeringan terparah terjadi pada tahun 2014.



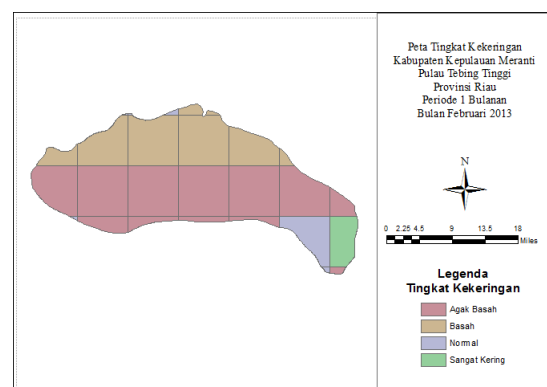
Grafik 1. Indeks Kekeringan pada Grid 21, Pulau Tebing Tinggi Tahun 2009 – 2016 Periode 1 Bulanan
(Sumber: Hasil Perhitungan)



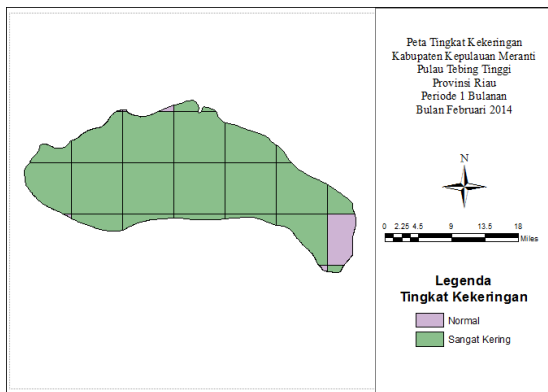
Grafik 2. Indeks Kekeringan pada Grid 4, Pulau Tebing Tinggi Tahun 2009 – 2016 Periode 15 Harian
(Sumber: Hasil Perhitungan)

3. Pemetaan Sebaran Kekeringan

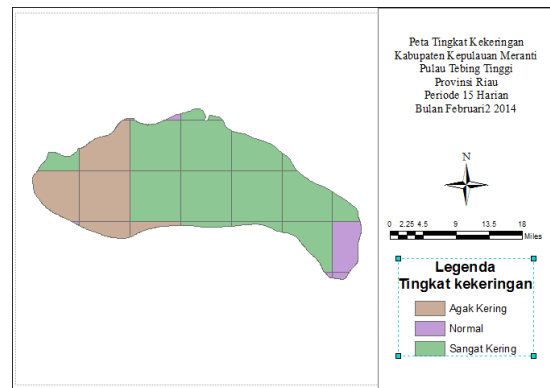
Setelah didapatkan hasil indeks kekeringan, maka dilakukan pembuatan peta sebaran kekeringan untuk mengetahui sebaran kekeringan meteorologis di daerah yang ditinjau. Melakukan pemetaan indeks kekeringan berbasis SIG. Analisa dilakukan guna mengetahui bulan dan tahun mana saja yang mengalami kekeringan terparah selama 8 tahun. Berikut adalah hasil pemetaan sebaran kekeringan dapat dilihat pada Gambar 4 s/d Gambar 8.



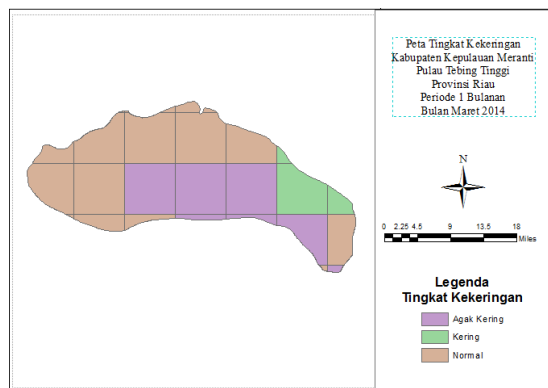
Gambar 4. Tingkat Kekeringan di Bulan Februari 2013 pada Periode 1 Bulanan
(Agak Basah – Sangat Kering)
(Sumber: Hasil Perhitungan)



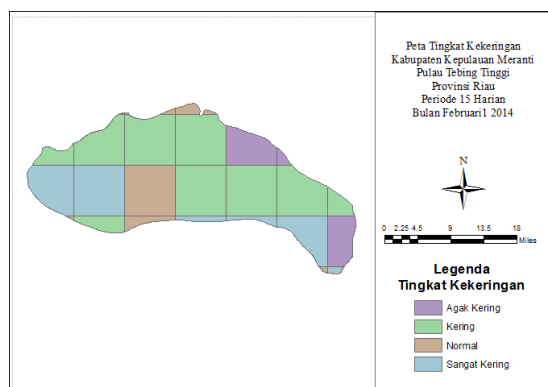
Gambar 5. Tingkat Kekeringan di Bulan Februari 2014 Periode 1 Bulanan (Normal dan Sangat Kering)
(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 8. Tingkat Kekeringan di Bulan Februari 2014 Periode 15 Harian (Agak Kering – Sangat Kering)
(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 6. Tingkat Kekeringan di Bulan Maret 2014 Periode 1 Bulanan (Agak Kering – Normal)
(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 7. Tingkat Kekeringan di Bulan Februari 2014 Periode 15 Harian (Agak Kering – Sangat Kering)
(Sumber: Hasil Perhitungan)

E. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil perhitungan pada penelitian ini kejadian kebakaran yang paling parah, pada periode 1 bulanan terjadi pada grid 21, bulan Februari 2014 sebesar -4,007 “Sangat Kering”, sedangkan periode 15 harian terjadi pada grid 4, bulan Feb2 2014 sebesar -4,896 “Sangat Kering”.
- Hubungan antar curah hujan dengan nilai indeks kekeringan SPI menunjukkan semakin kecil nilai curah hujan, maka semakin kecil juga nilai indeks kekeringannya.
- Berdasarkan hasil perhitungan SPI menggunakan periode 15 harian lebih detail dibandingkan dengan periode 1 bulanan.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Faidas, H. (2010). Validation of satellite rainfall products over Grece. *Theoretical and Applied Climatology*, 99 : 1-2, 193-216.
- Hayes, M., Svoboda, M., Wall, N., &

- Widhalm, M. (2001). The Lincoln Declaration on drought index recommended. *Bulletin of the American Meteorologist Society*. 92(4): doi:0.1175/2010BAMS313.1.
- Kurniawan, E. (2014). Distributed Hydrologic Model pada DAS di Bandar Lampung Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Universitas Lampung*.
- McKee, T., Doesken, N., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*.
- Muliawan, H., Harisuseno, D., Suhartanto, E., Program, M., Teknik, S., Pengairan, J., Index, S. P. (2012). Analisa Indeks Kekeringan Dengan Metode Standardized Precipitation Index (Spi) Dan Sebaran Kekeringan Dengan Geographic Information System (Gis) Pada Das Ngrowo.
- Obasi, G. (1994). WMO's role in the internasional decade for natural disaster reduction. *Bulletin of American Meteorological Society*, 75, 1655–1661.
- Sutikno, S., Handayani, Y. L., Fauzi, M., & Kurnia, A. (2017). Hydrologic modelling using TRMM-based rainfall products for flood analysis. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710105015>
- Turkes, M., & hasan tatli. (2009). No Titleuse of the standardized precipitation index (spi) and a modified SPI of shaping the drought probabilities over turkey. *Internasional Jurnal Of Climatology*, 1–10.
- World Meteorological Organization (WMO). (2012). *International Glossary of Hydrology*, WMO no.385. Secretariat of the World Meteorological Organization. Geneva, Switzerland.
- World Meteorological Organization (WMO). (2012). *Standardized Preipitation Index User Guide*. WMO - no. 090.