

PENERAPAN METODE *PALMER DROUGHT SEVERITY INDEX (PDSI)* DAN *THORNTHWAITE-MATTER* UNTUK ANALISIS INDEKS KEKERINGAN DI KABUPATEN LOMBOK TIMUR

The Implementation of Palmer Drought Severity Index (PDSI) and Thornthwaite-Matter Methods to Analyze Drought Index in District of East Lombok

Artikel Ilmiah

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Mencapai Derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh :

**RIA NURUL ARDIANI
FIA 113 040**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM**

2018

TUGAS AKHIR

PENERAPAN METODE *PALMER DROUGHT SEVERITY INDEX (PDSI)* DAN *THORNTHWAITE-MATTER* UNTUK ANALISIS INDEKS KEKERINGAN DI KABUPATEN LOMBOK TIMUR

Oleh :

RIA NURUL ARDIANI
FIA 113 040

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing :

1. Pembimbing Utama



Humairo Saidah, ST., MT.
NIP. 19720609 199703 2 001

Tanggal: 26 Oktober 2018

2. Pembimbing Pendamping



M. Bagus Budiarto, ST., MT.
NIP. 19701206 199803 1 006

Tanggal: 27 Oktober 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Mataram

Jauhar Fariq, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP: 19740607 199802 1 001



ARTIKEL ILMIAH

PENERAPAN METODE *PALMER DROUGHT SEVERITY INDEX (PDSI)* DAN *THORNTHWAITE-MATTER* UNTUK ANALISIS INDEKS KEKERINGAN DI KABUPATEN LOMBOK TIMUR

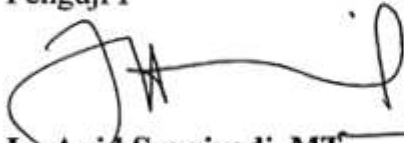
Oleh :

RIA NURUL ARDIANI
FIA 113 040

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 17 Oktober 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I



Ir. Anid Supriyadi, MT.
NIP. 19660813 199403 1 001

Tanggal : 30 Oktober 2018

2. Penguji II



Dr. Ery Setiawan, ST., MT.
NIP.19711227 199903 1 003

Tanggal : 31 Oktober 2018

3. Penguji III



Atas Pracoyo, ST., MT., Ph.D.
NIP.19710717 199803 1 005

Tanggal : 29 Oktober 2018



Mataram, Oktober 2018

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram

Akmaluddin, ST., MSc.(Eng)., Ph.D.

NIP: 19681231 199412 1 001

PENERAPAN METODE *PALMER DROUGHT SEVERITY INDEX (PDSI)* DAN *THORNTHWAITE-MATTER* UNTUK ANALISIS INDEKS KEKERINGAN DI KABUPATEN LOMBOK TIMUR

Ria Nurul Ardiani¹, Humairo Saidah², M. Bagus Budiarto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

INTISARI

Kekeringan adalah suatu keadaan tanpa hujan berkepanjangan atau masa kering dibawah normal yang cukup lama sehingga mengakibatkan keseimbangan hidrologi terganggu (Aziz, 2013). Kekeringan di Nusa Tenggara Barat (NTB) sudah menjadi permasalahan serius, salah satunya di Kabupaten Lombok Timur kekeringan terjadi setiap tahunnya. Dari data yang ada, menunjukkan bahwa 7 kecamatan dari 20 kecamatan yang ada di Kabupaten Lombok Timur mengalami kekeringan. Kecamatan tersebut antara lain, Jerowaru, Keruak, Sakra Timur, Terara, Suela, Sambelia, dan Sembalun (BPBD Lombok Timur, 2017).

Untuk mengetahui karakterisasi kekeringan di suatu wilayah terdapat beberapa metode. Dalam studi ini menggunakan metode *Palmer Drought Seveirty Index (PDSI)* dan *Thornthwaite-Matter*. Kedua metode bertujuan untuk mengetahui indeks kekeringan di Kabupaten Lombok Timur. Metode *Palmer Drought Seveirty Index (PDSI)* dan *Thornthwaite-Matter* dapat mengidentifikasi adanya potensi kekeringan dengan data lengas tanah, evapotranspirasi potensial dan curah hujan sebagai indikator utama.

Dari hasil analisis dengan metode *Palmer Drought Severity Index (PDSI)* rata-rata indeks berdasarkan tujuh stasiun hujan yang ada di Kabupaten Lombok Timur menghasilkan rata-rata indeks kekeringan terparah sebesar -2,12 (agak kering), yaitu terjadi pada bulan September. Sedangkan dengan metode *Thornthwaite-Matter* rata-rata indeks yang kekeringan terparah sebesar 78,74% (kekeringan kategori berat), yaitu terjadi pada bulan September. Persentase keakuratan antara metode *Palmer Drought Severity Index (PDSI)* dan *Thornthwaite-Matter* dengan data *history* BPBD selama 4 tahun (2014-2017) menunjukkan rata-rata persentase keakuratan PDSI-BPBD sebesar 71,40 %, *Thornthwaite-Matter* – BPBD sebesar 64,90%. Hasil pemetaan sebaran kekeringan di Kabupaten Lombok Timur, kekeringan tidak terjadi secara merata di seluruh wilayah.

Kata Kunci : *Kekeringan, Indeks Kekeringan, PDSI, Thornthwaite-Matter*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting peranannya untuk makhluk hidup. Namun terkadang air tidak selalu tersedia sesuai dengan kuantitas yang memadai sehingga sering terjadi ketidakseimbangan antara kebutuhan dengan ketersediaan air, terutama ketika musim kemarau. Musim kemarau yang panjang akan menyebabkan kekeringan. Kekeringan adalah suatu keadaan tanpa hujan berkepanjangan atau masa kering dibawah normal yang cukup lama sehingga mengakibatkan keseimbangan hidrologi terganggu (Aziz, 2013).

Kekeringan di Nusa Tenggara Barat (NTB) sudah menjadi permasalahan serius, salah satunya di Kabupaten Lombok Timur kekeringan terjadi setiap tahunnya. Dari data yang ada, menunjukkan bahwa 7 kecamatan dari 20 kecamatan yang ada di Kabupaten Lombok Timur mengalami kekeringan. Kecamatan tersebut antara lain, Jerowaru, Keruak, Sakra

Timur, Terara, Suela, Sambelia, dan Sembalun (BPBD Lombok Timur, 2017). Pemerintah daerah Kabupaten Lombok Timur sudah melakukan upaya untuk mengatasi masalah kekeringan yang terjadi setiap musim kemarau tiba. Saat ini yang bisa dilakukan pemerintah, dalam hal ini Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) yang berkoordinasi dengan instansi terkait adalah melakukan droping air bersih di desa yang mengalami kekeringan.

Sebagai langkah antisipasi dini terhadap kekeringan diperlukan suatu analisis, yaitu penentuan kekeringan melalui indeks kekeringan (Sila, 2016). Penentuan indeks kekeringan bertujuan untuk menganalisis tingkat kekeringan wilayah, mengatur irigasi yang dibutuhkan, memonitor kekeringan secara spesifik dan melaporkan kekeringan secara berkala (Hounam, 1975 dalam Mujtahiddin 2014).

Analisis indeks kekeringan dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti *Palmer Drought Severity Index (PDSI)*, *Standardized Precipitation*

Index (SPI), *Thornthwaite-Matter*, Presentase Terhadap Normal, *Run*, *Desil*, *Crossing Theory* dan Analisa Deret Hari Kering. Metode yang masih sering digunakan dalam analisis kekeringan yaitu metode *Palmer Drought Severity Index (PDSI)* dan *Thornthwaite-Matter* dimana kedua metode tersebut tersebut menggunakan data iklim dan tanah wilayah sekitar sebagai parameter analisisnya (Solikhati, 2013 dalam Khalis Ilmi, 2016). Oleh karena itu penulis memilih menggunakan metode *Palmer Drought Severity Index (PDSI)* dan *Thornthwaite-Matter* untuk menganalisis indeks kekeringan di Kabupaten Lombok Timur.

Alasan digunakan indeks kekeringan Palmer karena indeks ini menilai kekeringan dari berbagai sumber pengamatan, selain itu metode ini merupakan standarisasi untuk iklim lokal, sehingga dapat digunakan untuk semua negara dalam menunjukkan kekeringan relatif atau kondisi curah hujannya (Aziz, 2013). Sedangkan Metode *Thornthwaite* hanya memerlukan lebih sedikit data input dibandingkan metode lain (Mahbub, 2012).

B. Rumusan Masalah

1. Berapa indeks kekeringan yang terjadi di Kabupaten Lombok Timur dengan menggunakan metode *Palmer Drought Severity Index (PDSI)* dan *Thornthwaite-Matter* ?
2. Berapa persentase keakuratan antara indeks kekeringan *Palmer Drought Severity Index (PDSI)* dan *Thornthwaite-Matter* terhadap data kekeringan BPBD?
3. Bagaimana pemetaan sebaran indeks kekeringan di Kabupaten Lombok Timur?

C. Tujuan Studi

1. Untuk menentukan indeks kekeringan yang terjadi di Kabupaten Lombok Timur dengan menggunakan metode *Palmer Drought Severity Index (PDSI)* dan *Thornthwaite-Matter*.
2. Untuk mengetahui persentase ketelitian antara indeks kekeringan *Palmer Drought Severity Index (PDSI)* dan *Thornthwaite-Matter* terhadap data kekeringan BPBD.
3. Untuk mengetahui pemetaan sebaran indeks kekeringan di Kabupaten Lombok Timur

D. Manfaat Studi

1. Sebagai referensi terhadap pengembangan penelitian lain dengan lokasi yang berbeda
2. Diharapkan dapat membantu pemerintah setempat dengan memberikan masukan sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan yang tepat untuk menghadapi kekeringan.

E. Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan di Kabupaten Lombok Timur.
2. Data curah hujan yang digunakan dari stasiun hujan yang tersebar di wilayah Lombok Timur dengan panjang data ± 20 tahun (1998-2017).
3. Data suhu udara yang hilang, dilengkapi dengan nilai rerata data suhu wilayah setempat.
4. Data tanah yang digunakan berupa peta jenis dan tekstur tanah wilayah Lombok Timur.
5. Pemetaan menggunakan ArcGis 10.3

II. DASAR TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Aziz (2013), melakukan penelitian "*Indeks Kekeringan di Kabupaten Nganjuk*", dari analisa didapatkan kekeringan setiap bulan selama 10 tahun (2001-2010) di 20 kecamatan yang ada di Kabupaten Nganjuk. Nilai rata-rata indeks kekeringan *Palmer* di Kabupaten Nganjuk sebesar 0,76 dan artinya kondisi iklim Kabupaten Nganjuk adalah awal selang basah. Dengan nilai tertinggi sebesar 1,54 di Kecamatan Kertosono yang artinya kondisi iklim sedikit basah dan nilai terendah 0,27 di Kecamatan Wilangan yang artinya kondisi iklim normal.

Jannah (2015), melakukan penelitian berjudul "*Penerapan Metode Palmer Drought Severity Index (PDSI) untuk Analisa Kekeringan Pada Sub-Sub Das Slahung Kabupaten Ponorogo*" menunjukkan bahwa dari hasil perhitungan, periode basah terjadi pada bulan November sampai Maret adalah ($X=28,20$ sampai 0,1), sedangkan mulai mendekati normal pada bulan April adalah ($X=-0,12$), dan periode kering terjadi pada bulan Mei sampai Oktober ($X=-0,12$ sampai -104,78). Tahun yang paling kering terjadi pada tahun 2004 dan 2013. Hasil nilai kecocokan sebesar 68%, hubungan kekeringan, curah hujan, debit (F. J Mock) memiliki korelasi erat dan dapat disimpulkan bahwa terjadi hubungan antara nilai surplus dan defisit *Palmer* memiliki korelasi terhadap debit (F. J Mock) dan curah hujan.

Ilmi (2016), melakukan penelitian berjudul "*Penerapan Metode Palmer Drought Severity Index (PDSI) dan Thornthwaite-Matter untuk Analisa Indeks Kekeringan di Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Timur*" dari hasil analisa menunjukkan bahwa, dengan metode *Palmer Drought Severity Index (PDSI)* pada stasiun hujan Sekotong dari tahun 2006-2015 mengalami kekeringan dengan tingkat kekeringan ekstrim kering tidak terjadi sepanjang tahun. Terdapat beberapa tahun yang tidak mengalami kekeringan dengan tingkat ekstrim kering yaitu 2006, 2008, 2009, 2010, 2011 dan

2015. Puncak kekeringan dengan kategori ekstrim kering (paling parah) terjadi pada tahun 2012 bulan Oktober dengan nilai indeks PDSI sebesar -5,81 dan kecenderungan periode bulan kering setiap tahunnya terjadi dari bulan Juni sampai Desember. Dengan metode *Thornthwaite-Matter* pada stasiun hujan Sekotong dari tahun 2006-2015 mengalami kekeringan berat (paling parah) sepanjang tahun dan dengan lama kejadian yang berbeda-beda. Puncak kekeringan dengan kategori berat terjadi pada tahun 2011 bulan Desember dengan nilai indeks *Thornthwaite-Matter* sebesar 99,94%. Kecenderungan periode bulan kering setiap tahunnya terjadi dari bulan Maret sampai dengan Desember. Terdapat kesesuaian antara indeks kekeringan PDSI dan *Thornthwaite-Matter* dengan Indeks Osilasi Selatan (SOI) dari evaluasi ketelitian model yang telah dilakukan. Metode *Thornthwaite-Matter* memiliki presentase kesesuaian sama dengan metode PDSI yaitu 44,17%.

1) Hujan

Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga untuk jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi, seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin sehingga terjadi kondensasi menjadi butir-butir air dan kristal-kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan. (Triatmodjo, 2008).

2) Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi data hujan yang digunakan adalah metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sum*), dengan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n}$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n}$$

$$Sk^* =$$

$$\sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) + Sk^* \text{ sebelumnya, } k = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$Dy = \sqrt{\sum Dy^2}$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy}$$

dengan :

n : banyak tahun
 Yi : data curah hujan ke- i
 \bar{Y} : rata – rata curah hujan

Sk*, Sk**, Dy: nilai statistik

Nilai Statistik (Q) :

$$Q = \max | Sk^{**} |$$

$$0 < k < n$$

Nilai Statistik Range (R) :

$$R = \max Sk^{**} - \min Sk^{**}$$

$$0 < k < n \quad 0 < k < n$$

dengan :

Q dan R : nilai statistik
 n : jumlah data hujan

3) Kekeringan

Kekeringan adalah ketersediaan air yang jauh dibawah kebutuhan air untuk kebutuhan hidup, pertanian, kegiatan ekonomi dan lingkungan. Kekeringan merupakan peristiwa berkurangnya curah hujan yang cukup besar dan berlangsung lama yang dapat mempengaruhi kehidupan dan hewan pada suatu daerah dan akan menyebabkan berkurangnya keperluan hidup sehari-hari maupun untuk kebutuhan tanaman (Choe, 1964 dalam Ilimi, 2016).

4) Indeks Kekeringan

Indeks kekeringan merupakan suatu perangkat utama untuk memperkirakan, memantau, mendeteksi dan mengevaluasi kejadian kekeringan.

5) Metode Indeks Kekeringan

Untuk menduga nilai indeks kekeringan suatu wilayah terdapat beberapa metode yang digunakan. Tabel 1 dijelaskan beberapa metode indeks kekeringan dengan masukan data yang dibutuhkan dalam perhitungan.

Tabel 1 Beberapa metode indeks kekeringan dan masukan data yang dibutuhkan dalam perhitungan

No	Metode Indeks Kekeringan	Masukan data
1	<i>Palmer Drought Severity Index (PDSI)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Curah hujan • Kapasitas lengas tanah • Evapotranspirasi potensial
2	<i>Thornthwaite-Matter</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Curah hujan • Kapasitas lengas tanah • Evapotranspirasi potensial • Suhu rata-rata bulanan
3	<i>Standardized Precipitation Index (SPI)</i>	• Curah hujan ≥ 20 tahun
4	Presentase terhadap normal	• Curah hujan ≥ 30 tahun
5	<i>Run</i>	• Curah hujan ≥ 20 tahun
6	<i>Desil</i>	• Curah hujan ≥ 25 tahun
7	<i>Crossing Theory</i>	• Curah hujan ≥ 50 tahun
8	Analisa Deret Hari Kering	• Curah hujan ≥ 30 tahun

Sumber : (Solikhati 2013, dalam Anggun 2013)

Dalam studi ini, metode *Palmer Drought Severity Index (PDSI)* dan metode *Thornthwaite-*

Matter diterapkan oleh penulis untuk menganalisa Indeks Kekeringan.

a. Indeks Kekeringan metode Palmer Drought Severity Index (PDSI)

Input data dalam metode ini adalah curah hujan, kapasitas air tanah (WHC) dan evapotranspirasi potensial. Evapotranspirasi potensial diduga dari suhu rata-rata dengan metode Thornthwaite. Kelebihan metode ini selain menghasilkan nilai indeks, juga koefisien parameter iklim, yaitu koefisien evapotranspirasi, koefisien imbuhan, koefisien limpasan (run off) dan koefisien kehangatan lengas tanah. Dari koefisien tersebut dapat dilakukan perhitungan curah hujan yang terjadi selama bulan tertentu untuk mendukung evapotranspirasi, limpasan dan cadangan lengas tanah yang dipertimbangkan sebagai kondisi normal.

Dalam analisa metode Palmer klasifikasi indeks kekeringan dibagi menjadi 11 kelas dengan indeks nol sebagai keadaan normal. sebagaimana pada tabel 2.

Tabel 2 Kelas Indeks Kekeringan dan Klasifikasi

No	Indeks Kekeringan	Klasifikasi
1	$\geq 4,00$	Ekstrim basah
2	3,00-3,99	Sangat basah
3	2,00-2,99	Agak Basah
4	1,00-1,99	Sedikit Basah
5	0,50-0,99	Awal selang basah
6	0,49-(-0,49)	Mendekati keadaan normal
7	(-0,50)-(-0,99)	Awal selang kering
8	(-1,00)-(-1,99)	Sedikit kering
9	(-2,00)-(-2,99)	Agak kering
10	(-3,00)-(-3,99)	Sangat kering
11	$\leq (-4,00)$	Ekstrim kering

Sumber: (National Drought Mitigation Center, 2006)

b. Indeks Kekeringan metode Thornthwaite-Matter

Metode ini dikembangkan oleh Thornthwaite-Matter (1957) yang berdasarkan konsep neraca air yaitu presentase perbandingan besarnya curah hujan dengan evapotranspirasi potensial. Metode ini sudah banyak digunakan untuk menganalisis indeks kekeringan di suatu daerah. Indeks kekeringan ini dibagi dalam beberapa tingkatan berdasarkan kelas indeks kekeringan sebagaimana pada tabel 3.

Tabel 3 Tingkat kekeringan indeks kekeringan Thornthwaite-Matter

No	Indeks Kekeringan (%)	Tingkat Kekeringan
1	$<16,77$	Ringan atau tidak ada
2	16,77-33,33	Sedang
3	$>33,33$	Berat

Sumber: (ILACO, 1983)

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Lombok Timur. Seperti yang terlihat pada gambar 1 :



Gambar 1 Lokasi penelitian

B. Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan ada dalam tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4 Data-data sekunder

No	Data	Sumber Data
1	Data curah hujan dari stasiun Hujan Lombok Timur. Digunakan data curah hujan bulanan selama 20 tahun (1998-2017)	Balai Informasi Infrastruktur Wilayah Provinsi NTB
2	Data suhu udara bulanan selama 20 tahun (1998-2017)	BMKG Stasiun Klimatologi Kediri NTB
3	Peta administrasi dan tata guna lahan	BAPPEDA Provinsi NTB
4	Peta jenis tanah	BAPPEDA Provinsi NTB
5	Peta tekstur tanah	BAPPEDA Provinsi NTB
6	Peta stasiun hujan	BMKG Stasiun Klimatologi Kediri NTB
7	Peta rupa bumi	BMKG Stasiun Klimatologi Kediri NTB
8	Data history kekeringan	BPBD Provinsi NTB

C. Perhitungan dan Pengolahan Data

Berikut adalah tahapan-tahapan pengolahan data:

1. Uji Konsistensi Data

Untuk memperoleh hasil analisis yang baik, data hujan harus dilakukan pengujian konsistensi terlebih dahulu untuk mendeteksi penyimpangan ini. Uji konsistensi juga meliputi homogenitas data karena data konsisten berarti data

homogen. Pengujian konsistensi ada berbagai cara diantaranya RAPS. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Sri Harto, 1993) :

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y}$$

K = 0,1,2, ..., n

$$D_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n}$$

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y})$$

k = 1,2,3, ..., n

dengan :

- n = jumlah data hujan
- Y_i = data curah hujan (mm)
- \bar{Y} = rerata curah hujan (mm)
- S_k^* , S_k^{**} , D_y = nilai statistik

Nilai statistik Q

$$Q = \max_{0 \leq k \leq n} |S_k^{**}|$$

Nilai Statistik R (Range)

$$R = \max_{0 \leq k \leq n} S_k^{**} - \min_{0 \leq k \leq n} S_k^{**}$$

dengan :

- Q = nilai statistik
- n = jumlah data hujan

Dengan melihat nilai statistik di atas maka dapat dicari nilai Q_y/\sqrt{n} dan R_y/\sqrt{n} hitungan. Hasil yang didapat dibandingkan dengan nilai Q_y/\sqrt{n} syarat dan R_y/\sqrt{n} tabel.

2. Persamaan empiris evapotranspirasi potensial Thornthwaite

Evapotranspirasi potensial dipengaruhi oleh temperatur dan lama penyinaran matahari. Untuk 30 hari dalam satu bulan dan penyinaran matahari 12 jam per hari, persamaan tersebut mempunyai bentuk :

$$ETP_x = 1.62 \left(\frac{10.7m}{I} \right)^a$$

$$ETP = f \times ETP_x$$

dengan:

$$a = 675 \times 10^{-9} I^3 - 771 \times 10^{-7} I^2 + 179 \times 10^{-4} I + 492 \times 10^{-3}$$

$$I = \sum_{m=1}^{12} \left(\frac{T_m}{5} \right)^{1.514}$$

dengan :

- ETP_x : evapotranspirasi potensial bulanan yang belum disesuaikan faktor f (cm)
- ETP : evapotranspirasi potensial bulanan (cm)
- T_m : temperatur bulanan rerata (°C)
- f : koefisien koreksi (tabel koefisien penyesuaian menurut lintang dan bulan)
- I : indeks panas tahunan

Apabila tidak terdapat data pengamatan suhu udara dapat dilakukan dengan melakukan pendugaan dari stasiun terdekat dengan memperhitungkan faktor ketinggian tempat dengan persamaan Mock (1973) :

$$\Delta t = 0,006 (Z1 - Z2)$$

dengan :

- Δt : perbedaan suhu antara stasiun acuan dengan yang di analisis (°C)
- Z1 : ketinggian stasiun acuan (m)
- Z2 : ketinggian stasiun hujan yang diperhitungkan (m)

3. Analisis Lengas Tanah atau Water Holding Capacity (WHC)

Caranya dengan melihat peta tekstur tanah dan peta penggunaan lahan, dengan melihat presentase luas penggunaan lahan yang dominan kemudian dapat diketahui nilai air tersedia dan nilai kedalaman zona perakaran yang terdapat pada tabel pendugaan kapasitas air tersedia berdasarkan kombinasi tipe tanah dan vegetasi. Sehingga dapat diketahui nilai lengas tanah terduga.

Tabel 5 Pendugaan Jumlah air tersedia berdasarkan kombinasi tekstur tanah dan vegetasi penutup

Tekstur Tanah	Air Tersedia (mm/m)	Zona Perakaran (m)	Lengas Tanah Tertahan (mm)
Tumbuhan berakar dangkal			
Pasir Halus	100	0,5	50
Lempung berpasir halus	150	0,5	75
Lempung berdebu	200	0,62	125
Lempung berliat	250	0,4	100
Liat	300	0,25	75
Hutan belantara tertutup			
Pasir Halus	100	2,5	250
Lempung berpasir halus	150	2	300
Lempung berdebu	200	2	400
Lempung berliat	250	1,6	400
Liat	300	1,17	350

Sumber: Infiltration and Tables for computing potential evapotranspiration and the water balance

4. Menghitung Analisis Indeks Kekeringan > Metode Palmer Drought Severity Index (PDSI) dan Thornthwaite-Matter

1) Menghitung selisih P dan ET

- o (P-ET)>0, terjadi surplus curah hujan (periode bulan basah)

- o (P-ET)<0, terjadi defisit curah hujan (periode bulan kering)

2) Menghitung jumlah kumulatif dari defisit curah hujan APWL (Accumulated Potential Water Loss)

Dengan menjumlahkan angka-angka (P-ET) untuk bulan-bulan yang mempunyai evapotranspirasi potensial lebih daripada curah hujan (P-ET) negatif.

$$APWL = -\sum_1^n (P - ET)_{neg}$$

$$APWL_i = APWL_{i-1} + (P - ET)_{neg}$$

Apabila $P > ET$, seri data ini terputus $APWL = 0$

3) Menghitung kelengasan Tanah

- o Pada bulan-bulan basah ($P > ET$), nilai $ST = ST_0$ (WHC)
- o Pada bulan-bulan kering ($P < ET$), pada bulan ini ST tiap bulan dihitung dengan rumus :

$$ST = ST_0 \times e^{-\left(\frac{APWL}{ST_0}\right)}$$

dengan:

ST : kandungan lengas tanah dalam daerah perakaran (mm)

ST₀ : Kandungan lengas tanah dalam kondisi lapang (mm) ST₀ yang dimaksud dalam rumus ini nilainya = WHC

e : Bilangan Navier (e=2,718)

APWL : Jumlah kumulatif dari defisit curah hujan (mm)

4) Menghitung perubahan kandungan lengas tanah (ΔST)

Perubahan kandungan lengas tanah (ΔST) tiap bulan di dapat dengan cara mengurangi lengas tanah (ΔST) pada bulan yang bersangkutan dengan (ST) pada bulan sebelumnya (ΔST = ST_i - ST_{i-1}) maka nilai negatif menyebabkan tanah menjadi kering.

5) Menghitung evapotranspirasi aktual (EA)

- o Pada bulan-bulan basah ($P > ET$), nilai EA=ET
- o Pada bulan-bulan kering ($P < ET$), nilai EA= P-ΔST

6) Menghitung defisit (Kekurangan Lengas)

$$D = ET - EA$$

Dimana :

D : Defisit (mm/bulan)

ET : Evapotranspirasi Potensial (mm/bulan)

EA : Evapotranspirasi Aktual (mm/bulan)

7) Menghitung surplus (Kelebihan Lengas)

$$S = (P - ET) - \Delta ST$$

Dimana :

S : Surplus (mm/bulan)

P : Curah Hujan (mm/bulan)

ET : Evapotranspirasi Potensial (mm/bulan)

ΔST : Perubahan lengas tanah (mm)

8) Menghitung limpasan (Ro)

Menunjukkan besarnya air yang mengalir dipermukaan tanah. Menghitungnya 50% dikalikan dengan nilai surplus.

9) Menghitung pengisian lengas tanah potensial (PR)

$$PR = WHC - ST$$

10) Menghitung pengisian lengas tanah (R)

Pengisian lengas tanah terjadi jika ST pada bulan sebelumnya lebih kecil dari ST pada bulan bersangkutan, penambahan nilai ST tersebut menjadi pengisian lengas tanah.

$$R = ST - ST_{j-1}$$

Dimana :

R : Pengisian lengas tanah

ST : Kandungan lengas tanah dalam perakaran bulan tersebut

ST_{j-1}: Kandungan lengas tanah dalam perakaran bulan sebelumnya

11) Menghitung kehilangan lengas tanah potensial (PL)

$$PL = ET - \Delta ST$$

12) Menghitung kehilangan lengas tanah (L)

$$L = ST_{j-1} - ST$$

13) Penentuan koefisien

Koefisien yang dimaksud adalah untuk menentukan nilai CAFEC (Climatically Appropriate for Existing Condition). Nilai koefisien-koefisien diatas ditentukan dengan rumus :

- a. Koefisien evapotranspirasi

$$\alpha = \frac{\bar{AE}}{ET}$$

- b. Koefisien pengisian lengas ke dalam tanah

$$\beta = \frac{\bar{R}}{PR}$$

- c. Koefisien limpasan

$$\gamma = \frac{\bar{Ro}}{S}$$

- d. Koefisien kehilangan lengas tanah

$$\delta = \frac{\bar{L}}{PL}$$

- e. Pendekatan terhadap pembobot iklim

$$K = \frac{(\bar{ET} + \bar{R})}{(P + \bar{L})}$$

14) Penentuan nilai CAFEC (Climatically Appropriate for Existing Condition)

- a. Menentukan nilai evapotranspirasi CAFEC

$$\widehat{ET} = \alpha * ET$$

- b. Menentukan pengisian lengas ke dalam tanah CAFEC

$$\widehat{R} = \beta * PR$$

- c. Menentukan nilai limpasan CAFEC

$$\widehat{Ro} = \gamma * Ro$$

- d. Menentukan kehilangan lengas tanah CAFEC

$$\widehat{L} = \delta * PL$$

- e. Menentukan kehilangan presipitasi CAFEC

$$\widehat{P} = \widehat{ET} + \widehat{R} + \widehat{Ro} - \widehat{L}$$

15) Penentuan periode kekurangan atau kelebihan hujan (d)

$$d = P - \widehat{P}$$

16) Penentuan nilai mutlak (D)

$$\bar{D} = \text{rata-rata nilai } d$$

h. Menghitung limpasan (Ro)

$$R_o = 0,5 \times (-20.71) = -10.35 \text{ mm/bulan}$$

i. Menghitung pengisian lengas tanah potensial (PR)

$$PR = WHC - ST$$

$$PR = WHC - ST$$

$$= 100 - 48.65 = 51.35 \text{ mm}$$

j. Menghitung pengisian lengas tanah (R)

$$R = \Delta ST - ST_{j-1}$$

$$= -51.35 - 0$$

$$= -53.35 \text{ mm}$$

k. Menghitung kehilangan lengas tanah potensial (PL)

$$PL = ET - \Delta ST$$

$$= 116.95 - (-51.35)$$

$$= 168.30 \text{ mm}$$

l. Menghitung kehilangan lengas tanah (L)

$$L = ST_{j-1} - ST$$

$$= 100 - 48.65$$

$$= 51.35 \text{ mm}$$

m. Penentuan koefisien

Koefisien yang dimaksud adalah untuk menentukan nilai *CAFEC* (*Climatically Appropriate for Existing Condition*). Nilai koefisien-koefisien data ditentukan dengan rumus :

- ❖ Koefisien evapotranspirasi

$$\alpha = \frac{\bar{AE}}{\bar{ET}}$$

$$= \frac{51.46}{119.40} = 0,43$$

- ❖ Koefisien pengisian lengas ke dalam tanah

$$\beta = \frac{R}{PR}$$

$$= \frac{-4.30}{80.63} = -0.05$$

- ❖ Koefisien limpasan

$$\gamma = \frac{R_o}{S}$$

$$\gamma = \frac{-27.81}{-55.61} = 0,50$$

- ❖ Koefisien kehilangan lengas tanah

$$\delta = \frac{L}{PL}$$

$$\delta = \frac{4.30}{123.70} = 0.03$$

- ❖ Pendekatan terhadap pembobot iklim

$$K = \frac{(\bar{ET} + R)}{(\bar{P} + L)}$$

$$K = \frac{(127.88 + (-4.81))}{(59.49 + 4.81)} = 1.91$$

n. Penentuan nilai *CAFEC* (*Climatically Appropriate for Existing Condition*)

- ❖ Menentukan nilai evapotranspirasi *CAFEC*

$$\bar{ET} = \alpha * ET$$

$$\bar{ET} = 0,43 * 124.02 = 53.61 \text{ mm}$$

- ❖ Menentukan pengisian lengas ke dalam tanah *CAFEC*

$$\hat{R} = \beta * PR$$

$$\hat{R} = -0.06 * 54.67 = -3.22 \text{ mm}$$

- ❖ Menentukan nilai limpasan *CAFEC*

$$\widehat{R_o} = \gamma * R_o$$

$$\widehat{R_o} = 0,5 * (-12.23) = -6.11 \text{ mm}$$

- ❖ Menentukan kehilangan lengas tanah *CAFEC*

$$\hat{L} = \delta * PL$$

$$\hat{L} = 0.04 * 178.69 = 6.47 \text{ mm}$$

- ❖ Menentukan kehilangan presipitasi *CAFEC*

$$\hat{P} = \bar{ET} + \hat{R} + \widehat{R_o} - \hat{L}$$

$$\hat{P} = 50.40 + (-2.74) + (5.18) - 5.85 =$$

$$36.64 \text{ mm}$$

o. Penentuan periode kekurangan atau kelebihan hujan (d)

$$d = P - \hat{P}$$

$$d = 44.90 - 36.64 = 8.26 \text{ mm}$$

p. Penentuan nilai mutlak (\bar{D})

\bar{D} = rata-rata nilai d

$$\bar{D} = 30.53 \text{ mm}$$

q. Pendekatan kedua terhadap nilai factor K (k')

$$K' = 1.5 \log_{10} \left(\left(\frac{ET+R+R_o}{P+L} + 2,80 \right) : \frac{25,4}{\bar{D}} \right) + 0,5$$

$$DK' = \bar{D} * k'$$

$$K'$$

$$= 1.5 \log_{10} \left(\left(\frac{119.40 + (-4.30) + (-27.81)}{59.49 + 4.30} \right) : \frac{25,4}{30.53} \right) + 0,5$$

$$+ 2,80 : \frac{25,4}{20.53} \right) + 0,5$$

$$= 1.55$$

$$DK' = 30.53 * 1.55 = 47.32$$

r. Karakter iklim sebagai faktor pembobot (K)

$$K = \frac{47.32}{47.32 * 1.2} \times 1.55 = 0.13$$

s. Indeks penyimpangan (anomali) lengas (Z)

$$Z = d * K$$

$$Z = 8.26 * 0.13 = 1.07$$

t. Indeks kekeringan *Palmer*

$$\Delta X = \left(\frac{1.07}{3} \right) - 0.103 \left(\frac{0}{3} \right) = 0.36$$

$$X = \left(\frac{0}{3} \right) + 0.36 = 0.36 \text{ (mendekati keadaan normal)}$$

Dengan metode PDSI didapatkan hasil indeks kekeringan rata-rata dari tujuh stasiun yang ada di kabupaten Lombok Timur seperti yang terlihat pada tabel 15:

Tabel 15 Rekapitulasi rata-rata indeks kekeringan metode PDSI di Kabupaten Lombok Timur

Bulan	Stasiun							Rata-rata nilai indeks (X)
	Pringgabaya	Sambelia	Ijo Balit	Keruwak	Sepit	Penan	Sapot	
Jan	5.89	9.71	6.31	19.14	9.44	13.70	20.36	12.08
Feb	5.33	11.48	6.26	16.09	7.33	13.24	16.22	10.85
Mar	3.56	6.99	5.65	20.54	4.90	14.85	15.23	10.25
Apr	1.73	3.26	3.54	17.54	3.46	11.67	11.92	7.59
Mei	0.09	-0.17	0.87	6.97	0.30	4.91	4.39	2.35
Jun	-0.39	-0.94	-0.64	-1.23	-1.85	-0.62	-1.05	-0.96
Jul	-0.43	-1.78	-1.16	-2.05	-2.09	-1.47	-1.19	-1.45
Agt	-0.68	-3.13	-1.30	-2.49	-2.18	-3.22	-1.60	-2.09
Sep	-0.88	-3.46	-1.25	-2.14	-2.10	-2.78	-2.24	-2.12
Ok	-0.58	-2.88	-0.88	-0.63	-1.79	-3.13	0.27	-0.48
Nov	0.43	-2.36	0.99	4.13	0.96	11.03	6.14	3.04
Des	4.81	1.24	4.10	17.57	5.92	14.95	16.45	9.29

Sumber: Hasil perhitungan

Dari tabel rekapitulasi berdasarkan tujuh stasiun hujan yang ada di Kabupaten Lombok Timur dengan menggunakan metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) menghasilkan rata-rata indeks kekeringan terparah sebesar -2,12 (agak kering), yaitu terjadi pada bulan September. Rata-rata kekeringan berdasarkan metode PDSI terjadi pada bulan Juni sampai September.

o **Indeks kekeringan metode *Thornthwaite-Matter***

• Stasiun Pringgabaya
 Pada bulan Januari tahun 1998 terjadi hujan (P) sebesar 44.90 mm dan evapotranspirasi potensial (ET) sebesar 116.953 mm

a. **Menghitung selisih P dan ET**

$$P - ET = 44.90 - 116.953 = -72.05$$

(P-ET) < 0, terjadi defisit curah hujan (periode bulan kering)

Dari perhitungan P-ET maka pada bulan Januari tahun 1998 merupakan periode bulan kering (PBK)

b. **Menghitung jumlah kumulatif dari defisit curah hujan APWL (Accumulated Potential Water Loss)**

$$APWL = -\sum_1^n (P - ET)_{neg}$$

$$APWL_i = APWL_{i-1} + (P - ET)_{neg}$$

Apabila P > ET, seri data ini terputus APWL = 0

Karena pada bulan Januari merupakan periode bulan kering (PBK) maka APWL = -72.05

c. **Menghitung kelengasan Tanah**

$$ST = 100 \times 2.718^{\left(\frac{-72.05}{100}\right)}$$

$$= 48.65$$

d. **Menghitung perubahan kandungan lengas tanah (ΔST)**

$$\Delta ST = ST_i - ST_{i-1}$$

$$\Delta ST = 48.65 - 100 = -51.35$$

e. **Menghitung evapotranspirasi aktual (EA)**

Karena pada bulan Januari merupakan periode bulan basah (PBK) maka :

$$EA = P - \Delta ST$$

$$= 44.9 - (-51.53)$$

$$= 96.25$$

f. **Menghitung defisit (Kekurangan Lengas)**

$$D = ET - EA$$

$$= 116.95 - 96.25$$

$$= 20.71 \text{ mm/bulan}$$

g. **Indeks kekeringan *Thornthwaite-Matter***

$$Ia = \frac{D}{ET} \times 100\%$$

$$Ia = \frac{20.71}{116.95} \times 100\% = 17.70\% \text{ (sedang)}$$

Dengan metode *Thornthwaite-Matter* didapatkan hasil indeks kekeringan rata-rata dari tujuh stasiun yang ada di kabupaten Lombok Timur seperti yang terlihat pada tabel 16:

Tabel 16 Rekapitulasi rata-rata indeks kekeringan metode *Thornthwaite-Matter* di Kabupaten Lombok Timur

Bulan	Stasiun							Rata-rata nilai indeks, Ia (%)
	Pringgabaya	Sambelia	Ijo Balit	Keruwak	Sepit	Penan	Sapot	
Jan	24.14	18.81	30.60	19.34	0.19	5.77	0.00	14.12
Feb	9.48	5.08	10.53	9.40	0.85	1.64	0.83	5.40
Mar	18.16	5.31	14.75	24.87	4.31	2.15	0.00	9.94
Apr	42.80	9.91	31.48	30.24	12.01	4.78	5.27	19.50
Mei	68.68	18.09	39.35	59.99	37.28	18.43	21.42	40.46
Jun	78.22	29.25	86.02	78.87	66.24	33.39	45.33	59.61
Jul	87.50	38.65	91.92	89.38	77.49	40.33	47.49	67.54
Agt	95.12	58.90	97.21	94.80	86.96	59.62	58.53	78.74
Sep	90.10	60.01	95.28	90.43	85.24	58.05	60.15	76.78
Ok	92.69	62.10	84.49	86.78	76.72	26.37	44.22	67.62
Nov	65.29	57.84	50.36	43.89	23.87	12.42	14.87	38.36
Des	14.77	36.70	19.07	10.05	3.31	0.68	1.58	12.31

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel rekapitulasi berdasarkan tujuh stasiun hujan yang ada di Kabupaten Lombok Timur dengan menggunakan metode *Thornthwaite-Matter* menghasilkan rata-rata indeks kekeringan terparah sebesar 78,74% (kekeringan kategori berat), yaitu terjadi pada bulan September. Rata-rata kekeringan berdasarkan metode *Thornthwaite-Matter* terjadi pada bulan Mei sampai November.

5) **Persentase keakuratan indeks kekeringan metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) dan metode *Thornthwaite-Matter* terhadap data kekeringan BPBD**

Evaluasi keakuratan data dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keakuratan dari kedua metode yang digunakan untuk menganalisis Indeks kekeringan. Dengan dilakukannya evaluasi juga dapat membuktikan apakah metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) dan metode *Thornthwaite-Matter* layak digunakan untuk menganalisis indeks kekeringan di Kabupaten Lombok Timur.

Tabel 17 Persentase keakuratan indeks kekeringan metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) dan metode *Thornthwaite-Matter* dengan data kekeringan BPBD Provinsi NTB

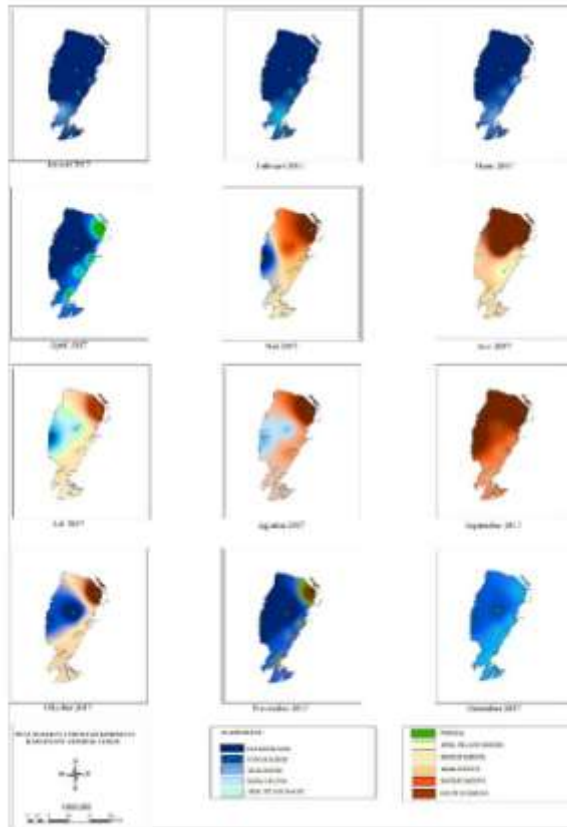
No.	Distrik	Kecamatan	BPBD				Persentase Keakuratan (%)				Rata-rata (%)	Persentase Keakuratan (%)			
			BPBD-PDSI				BPBD-Thornthwaite-Matter								
			2018	2019	2018	2017	2018	2017	2018	2017					
1	Pringgabaya	Pringgabaya	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	100,0	58,3	41,7	50,0	62,3	33,3	25,0	21,0	50,0
2	Sambelia	Sambelia	Mes s/d Desember	Juni s/d Desember	Mes s/d Oktober	Juli s/d Oktober	11,3	81,7	81,7	75,0	72,8	81,7	73,0	80,7	81,7
3	Ijo Bala	Lalabatu-Hipa	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	65,7	100,0	50,0	50,0	65,7	38,3	53,3	21,0	41,7
4	Keraki	Keraki, Ansonax, Salsira Tama	Mes s/d Desember	Juni s/d Desember	Mes s/d Oktober	Juli s/d Oktober	64,1	83,3	50,0	75,0	75,8	75,8	83,3	71,0	75,0
5	Sapat	Salsira Banta, Terina	Mes s/d Desember	Juni s/d Desember	Mes s/d Oktober	Juli s/d Oktober	83,3	81,7	83,3	90,7	87,3	83,3	90,7	81,7	81,7
6	Parau	Motrong-Gudang	Tidak Ada	Tidak Ada	Mes s/d Oktober	Tidak Ada	75,8	58,3	50,0	83,3	65,7	71,8	50,0	50,0	81,7
7	Sapat	Sapat	Tidak Ada	Tidak Ada	Mes s/d Oktober	Juli s/d Oktober	65,7	73,8	75,8	58,3	68,8	38,3	53,3	80,7	58,3
Rata-rata persentase keakuratan (%)											71,4				
Sumber: BPBD Provinsi NTB dan Analisis Data															

Dari tabel 17 persentase keakuratan indeks kekeringan metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) dan metode *Thornthwaite-Matter* dengan data kekeringan BPBD Provinsi NTB selama 4 tahun (1998-2017) menunjukkan rata-rata persentase keakuratan PDSI-BPBD sebesar 71,40%, *Thornthwaite-Matter* – BPBD sebesar

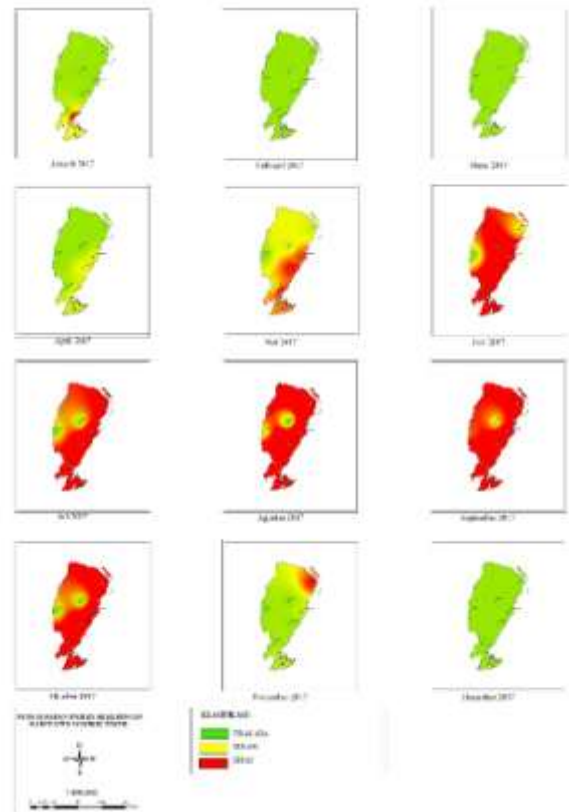
64,90%. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa kedua metode cukup akurat dan dapat diterapkan di Kabupaten Lombok Timur.

6) Pemetaan sebaran indeks kekeringan

Adapun hasil pemetaan menggunakan *arcgis* seperti yang terlihat pada gambar 2 dan gambar 3:



Gambar 2 Peta sebaran indeks kekeringan metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) tahun 2017



Gambar 3 Peta sebaran indeks kekeringan metode *Thornthwaite-Matter* tahun 2017

Dari gambar terlihat bahwa kekeringan tidak terjadi secara merata di Kabupaten Lombok Timur. Rata-rata kekeringan berdasarkan metode PDSI terjadi pada bulan Juni sampai September. Hal ini ditunjukkan dari warna peta pada metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) warna biru menunjukkan keadaan basah, warna hijau menunjukkan keadaan normal, dan warna coklat menunjukkan keadaan kering. Sedangkan rata-rata kekeringan berdasarkan metode *Thornthwaite-Matter* terjadi pada bulan Mei sampai November, hal ini ditunjukkan oleh warna merah menunjukkan kekeringan kategori berat, kuning kategori sedang dan warna hijau menunjukkan tidak ada kekeringan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil analisa indeks kekeringan selama ±20 tahun (1998-2017) di Kabupaten Lombok Timur, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) rata-rata indeks berdasarkan tujuh stasiun hujan yang ada di Kabupaten Lombok Timur menghasilkan rata-rata indeks kekeringan terparah sebesar -2,12 (agak kering), yaitu terjadi pada bulan September. Sedangkan dengan metode *Thornthwaite-Matter* rata-rata indeks yang kekeringan terparah sebesar 78,74% (kekeringan

- kategori berat), yaitu terjadi pada bulan September.
2. Dari hasil verifikasi keakuratan antara metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) dan *Thornthwaite-Matter* dengan data *history* BPBD selama 4 tahun (2014-2017) menunjukkan rata-rata persentase keakuratan PDSI-BPBD sebesar 71,40 %, *Thornthwaite-Matter* – BPBD sebesar 64,90%. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa kedua metode cukup akurat dan dapat diterapkan di Kabupaten Lombok Timur.
 3. Dari hasil pemetaan sebaran kekeringan di Kabupaten Lombok Timur, kekeringan tidak terjadi secara merata di seluruh wilayah. Hal ini ditunjukkan dari warna peta pada metode *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) warna biru menunjukkan keadaan basah, warna hijau menunjukkan keadaan normal, dan warna coklat menunjukkan keadaan kering. Sedangkan pada metode *Thornthwaite-Matter* warna merah menunjukkan kekeringan kategori berat, kuning kategori sedang, dan warna hijau menunjukkan tidak ada kekeringan.

B. Saran

1. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi menggunakan metode yang berbeda sehingga penelitian sebelumnya dapat digunakan sebagai pembandingan agar memberikan gambaran yang lebih jelas.
2. Untuk hasil yang lebih akurat diperlukan catatan kekeringan yang lebih panjang.
3. Diharapkan pemerintah dapat mengambil langkah yang tepat dalam mengantisipasi kekeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012, *Pedoman Tugas Akhir*, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram
- Anonim, 2015, *Rencana Penanggulangan Bencana Kabupaten Lombok Timur 2014-2018*, Revisi 2015, Lombok Timur.
- Aziz, Abdul., 2013, *Indeks Kekeringan Di Kabupaten Nganjuk*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- Harto, Sri. Br., 1993, *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Illi, M. Khalis., 2016, *Penerapan Metode Palmer Drought Severity Index (PDSI) Dan Thornthwaite-Matter Untuk Analisa Indeks Kekeringan Di Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Barat*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram.
- Jannah, Nur, 2015, *Penerapan Metode Palmer Drought Severity Index (PDSI) Untuk Analisa Kekeringan Pada Sub-Sub DAS Slahung Kabupaten Ponorogo*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.
- Mahbub, M., 2012, *Penuntun Praktikum Agrohidrologi*, Program Studi Ilmu Ukur Tanah, Universitas Lampung.
- Mujtahiddin, M lid, 2014, *Analisis Spasial Indeks Kekeringan Kabupaten Indramayu*, Tugas Akhir, Stasiun Geofisika Bandung, Bandung.
- Sila, Candri, 2016, *Analisa Kekeringan di Kecamatan Sekotong dengan Metode Standardized Precipitation Index (Spi) dan Desil*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram.
- Triatmodjo, Bambang., 2013, *Hidrologi Terapan*, Cetakan Ke-3, Beta Offset, Yogyakarta.

