

KAJIAN TINGKAT KEKERINGAN DI BALI PADA TAHUN EL NINO MENGUNAKAN METODA STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI)

I Nyoman Suarsa^{1, 2} Made Dwi Jendra²

¹Program Studi Agroteknologi, Program Pascasarjana Universitas Udayana

²Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wil. III

Abstrak. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pola curah hujan bulanan di wilayah Bali, mengetahui tingkat kekuatan El Nino terhadap curah hujan di Bali dan untuk mengetahui tingkat kekeringan secara meteorologis di wilayah Bali ketika terjadi El Nino. Tingkat kekeringan di wilayah Bali diukur menggunakan metode SPI (*Standardized Precipitation Index*). Intensitas El Nino ditentukan dengan menggunakan nilai Anomali Suhu Muka Laut daerah Samudera Pasifik Ekuator bagian tengah atau daerah Nino 3,4. Penelitian ini menggunakan data curah hujan bulanan 53 (lima puluh tiga) titik pos hujan yang tersebar merata diseluruh Bali dan data suhu muka laut daerah El Nino 3,4 periode tahun 1991-2010. Kondisi curah hujan bulanan dan panjang musim di wilayah Bali sangat bervariasi, bagian tengah wilayah Bali adalah daerah yang memiliki nilai curah hujan bulanan yang lebih tinggi dan lama musim hujan lebih panjang jika dibandingkan dengan wilayah lainnya. El Nino yang terjadi pada tahun 1997/1998 dengan Intensitas Kuat, sedangkan El Nino yang terjadi pada tahun 2009/2010 dengan Intensitas Lemah – Sedang.. El Nino dengan Intensitas Kuat (1997/1998) curah hujan seluruh wilayah Bali mengalami penurunan dari normalnya dengan sifat hujan bawah normal. El Nino dengan intensitas lemah-sedang (2009/2010) sifat hujan yang terjadi di wilayah Bali sangat bervariasi dari Bawah Normal hingga Atas Normal. El Nino dengan Intensitas Kuat (1997/1998) kondisi kekeringan agak kering hingga sangat kering konsisten terjadi di bagian selatan Bali, pesisir pantai Gianyar, Klungkung dan sebagian Karangasem. El Nino tahun 2009/2010 dengan Intesitas Lemah-Sedang umumnya kondisi kekeringan di wilayah Bali dalam kategori Normal.

Kata kunci: Kekeringan, El Nino, Curah Hujan dan SPI

Pendahuluan

El Nino merupakan penampakan air permukaan laut yang panas yang tidak normal di wilayah Pasifik Equator bagian Timur dan Tengah. Pendapat lain mengartikan bahwa El Nino sebagai penampakan air permukaan laut yang panas dari waktu ke waktu di wilayah Pasifik Equator bagian Timur sepanjang pantai Peru dan Equator. Peningkatan atau penurunan suhu permukaan laut yang melebihi suhu klimatologisnya dalam suhu rata-rata 30 tahun mengakibatkan adanya penyimpangan atau anomali. Anomali positif berarti suhu permukaan lautnya lebih panas dari kondisi normalnya maka terjadi El Nino, dan sebaliknya bila anomalnya negatif berarti terjadi suhu permukaan laut lebih dingin dari kondisi normalnya maka terjadi La Nina (Bayong, 2008). Interaksi dinamis antara atmosfer dan lautan Pasifik Equator menimbulkan fenomena El Nino yang merupakan pergerakan dan sirkulasi dengan arah timur barat yang terjadi dikawasan Samudera Pasifik Equator (Yulihastin, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Yamagata (2003) dan Harijono (2008) menunjukkan bahwa curah hujan di wilayah Indonesia sangat dipengaruhi oleh fenomena El Nino dan sangat dirasakan terjadi di wilayah Indonesia bagian Timur dan Tengah. Semakin ke Barat El Nino kurang berpengaruh terhadap kondisi curah hujan di wilayah tersebut.

Indonesia mengalami kekeringan selama terjadinya El Nino, dan pada kondisi normal atau tidak ada El Nino, wilayah Indonesia merupakan pusat pertumbuhan awan-awan konvektif terbesar di dunia, awan-awan konvektif bergeser ke arah timur yaitu pada daerah subsidensi (turunnya masa udara) yang berakibat sulitnya terbentuk awan konveksi yang mendatangkan hujan. Selama kejadian El Nino langit di atas wilayah Indonesia cerah dan tidak mungkin hujan karena kelembaban relatifnya sangat rendah. Hujan dapat

terbentuk kalau kelembaban relatif dalam awan melebihi 65% (Wiratno, 1998).

Keberadaan pulau Bali yang merupakan bagian dari wilayah Indonesia yang terdiri dari daratan dan lautan dan diapit oleh dua samudera (Samudera Hindia dan Pasifik) kemudian diapit oleh dua benua (benua Australia dan Asia). Dengan demikian Indonesia adalah wilayah yang dipengaruhi dua sistem monsun besar yang berpasangan (Webster dan Fasullo, 2003) yaitu monsun Asia di Belahan Bumi Utara (BBU) dan monsun Australia di Belahan Bumi Selatan (BBS). Selain itu, sirkulasi atmosfer yaitu sirkulasi zonal (Walker) melintasi wilayah tersebut, Sirkulai ini mengindikasikan kejadian El Nino.

Monsun Asia-Australia adalah gerakan udara pada lapisan bawah atmosfer yang terus-menerus melintasi wilayah Indonesia dan berganti arah secara periodik setiap 6 bulan atau setengah tahun. Di Pulau Bali, perubahan arah aliran Monsun secara periodik tersebut mengakibatkan perbedaan musim yang sangat jelas, musim hujan terjadi di bulan Desember-Januari-Februari (DJF) dan musim kemarau di bulan Juni-Juli-Agustus (JJA), sedangkan bulan lain Maret-April-Mei (MAM) dan bulan September-Oktober-Nopember (SON) merupakan periode transisi. Walaupun monsun terjadi secara periodik, tetapi awal musim hujan dan musim kemarau tidak selalu sama sepanjang tahun. Hal tersebut terjadi karena wilayah Bali dipengaruhi juga oleh fenomena El Nino. Berkurangnya jumlah curah hujan akan berimplikasi terjadinya kekeringan secara meteorologis. Kekeringan merupakan sebuah bencana yang sering terjadi di Indonesia.

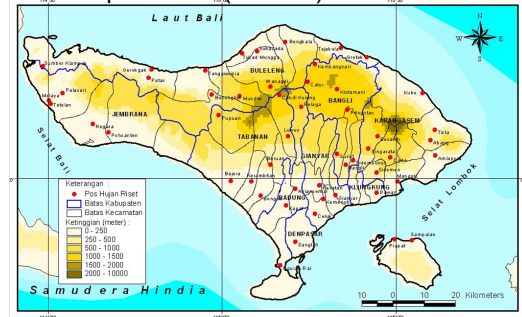
Dampak yang disebabkan oleh kekeringan dalam kehidupan sangat luas, maka perlu dilakukan langkah-langkah untuk menanggulangi bahaya kekeringan salah satunya dengan cara melakukan sistem monitoring kekeringan yang dapat menghasilkan peringatan dini (*early warning system*) akan terjadinya maupun berakhirnya suatu fenomena kekeringan.

Standardized Precipitation Index (SPI), telah digunakan oleh *The National Drought Mitigation Center* untuk mengidentifikasi dan memonitoring kekeringan secara meteorologis. Selama ini di Indonesia Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika telah melakukan pembuatan peta kekeringan wilayah Indonesia dengan menggunakan rata-rata curah hujan bulanan dalam pembuatannya dengan menggunakan metode SPI ini.

Metodologi

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah daratan pulau Bali, dengan menggunakan data hujan yang diambil dari pos hujan BMKG yang tersebar merata di seluruh wilayah Bali. Pola sebaran data hujan yang digunakan terlihat dalam Gambar 1 (titik merah). Penelitian data hujan yang digunakan dari 53 Pos hujan yang dianggap mewakili kondisi curah hujan di wilayah daratan pulau Bali (Tabel 1).



Gambar 1. Daerah Penelitian dan Sebaran Pos Hujan BMKG

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data Anomali Suhu Muka Laut daerah Nino 3,4 yang diunduh melalui <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/index/sstoi.indices>. Data tersebut digunakan untuk menentukan indikator terjadinya El Nino. Untuk menentukan indeks kekeringannya menggunakan data curah hujan yang diambil dari 53 pos penakar hujan BMKG yang tersebar merata di seluruh Bali. Lokasi pos pengamatan curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini, terletak pada titik koordinat bujur dan lintang di setiap kabupaten, dapat dilihat secara rinci dalam Tabel 1. Periode seluruh data yang digunakan tahun 1991-2010.

Tabel 1. Lokasi Pos Pengamatan Curah Hujan Penelitian

No	Pos Hujan	Bujur	Lintang
Kabupaten Badung			
1	Ngruh Rai	115° 10' BT	08° 45' LS
2	Abiansemal	115° 12' 30" BT	08° 31' 04" LS
3	Pelaga	115° 13' 36" BT	08° 17' 44" LS
4	Kapal	115° 11' 01" BT	08° 34' 42" LS
5	Sanglah	115° 12' 36" BT	08° 40' 58" LS
Kabupaten Bangli			
6	Kembangsan	115° 15' 58" BT	08° 10' 21" LS
7	Kintamani	115° 19' 49" BT	08° 14' 24" LS
8	Bangli	115° 21' 19" BT	08° 27' 43" LS
9	Sidembut	115° 22' 21" BT	08° 26' 54" LS
10	Pengotan	115° 21' 37" BT	08° 18' 15" LS
11	Susut	115° 20' 50" BT	08° 24' 44" LS
12	Catur	115° 14' 42" BT	08° 13' 27" LS
Kabupaten Buleleng			
13	Gerokgak	114° 47' 46" BT	08° 11' 09" LS
14	Wanagiri	115° 08' 20" BT	08° 14' 14" LS
15	Munduk	115° 03' 02" BT	08° 15' 51" LS
16	Tukad Mungga	115° 03' 25" BT	08° 08' 29" LS
17	Patas	114° 47' 17" BT	08° 12' 44" LS
18	Sukasada	115° 06' 03" BT	08° 08' 13" LS
19	Tanguwisia	114° 57' 05" BT	08° 11' 29" LS
20	Tejakula	115° 20' 31" BT	08° 07' 35" LS
21	Sumber Klampok	114° 29' 03" BT	08° 10' 26" LS
22	Busungbiu	114° 58' 13" BT	08° 15' 37" LS
23	Bengkala	115° 10' 53" BT	08° 06' 36" LS
24	Gretek	115° 24' 56" BT	08° 09' 10" LS
Kabupaten Gianyar			
25	Gianyar	115° 19' 31" BT	08° 32' 58" LS
26	Celuk	115° 15' 59" BT	08° 36' 06" LS
27	Peliatan	115° 14' 42" BT	08° 25' 19" LS
28	Kemenuh	115° 17' 13" BT	08° 33' 53" LS
No	Pos Hujan	Bujur	Lintang
Kabupaten Jembrana			
29	Palasari	114° 32' 26" BT	08° 15' 20" LS
30	Negara	114° 26' 03" BT	08° 11' 19" LS
31	Melaya	114° 46' 15" BT	08° 24' 06" LS
32	Tetelan	114° 30' 14" BT	08° 17' 07" LS
33	Pohsanten	114° 40' 19" BT	08° 22' 09" LS
Kabupaten Karangasem			
34	Amlapura	115° 36' 31" BT	08° 24' 22" LS
35	Besakih	115° 26' 47" BT	08° 22' 49" LS
36	Tista	115° 36' 41" BT	08° 21' 41" LS
37	Singarata	115° 25' 14" BT	08° 24' 57" LS
38	Duda	115° 29' 02" BT	08° 26' 25" LS
39	Kubu	115° 34' 35" BT	08° 15' 24" LS
40	Sidemen	115° 26' 40" BT	08° 29' 04" LS
41	Ulakan	115° 30' 15" BT	08° 30' 20" LS
42	Abang	115° 35' 55" BT	08° 23' 26" LS
Kabupaten Klungkung			
43	Dawan	115° 26' 36" BT	08° 24' 32" LS
44	Prapat	115° 29' 46" BT	08° 40' 34" LS
45	Sampalan	115° 32' 46" BT	08° 40' 40" LS
Kabupaten Tabanan			
46	Bongan	115° 05' 48" BT	08° 33' 05" LS
47	Bajera	115° 01' 31" BT	08° 30' 28" LS
48	Buruan	115° 08' 18" BT	08° 27' 40" LS
49	Pupuan	115° 01' 35" BT	08° 20' 38" LS
50	Candi Kuning	115° 09' 49" BT	08° 15' 40" LS
51	Baturiti	115° 11' 12" BT	08° 19' 51" LS
52	Luwus	115° 11' 53" BT	08° 24' 39" LS
53	Kerambitan	115° 04' 59" BT	08° 30' 20" LS

Perhitungan Indeks Kekeringan dengan Metode SPI

Tingkat kekeringan di wilayah Bali dalam penelitian ini menggunakan metode SPI (*Standardized Precipitation Index*). Metode ini dikembangkan oleh McKee pada tahun 1993. Perhitungan nilai SPI berdasarkan jumlah sebaran gamma yang didefinisikan sebagai fungsi frekuensi atau peluang kejadian sebagai berikut (Sonjaya, 2007 dan Rejeki, 2013).

$$G(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana :

$\alpha > 0$ α = parameter bentuk

$\beta > 0$ β = parameter skala

$x > 0$ x = jumlah curah hujan

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1} e^{-y} dy \quad \Gamma(\alpha) = \text{fungsi gamma}$$

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

$$\alpha = \frac{1}{\Delta A} (1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{\Delta}}) \dots\dots\dots (4.2)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \dots\dots\dots (4.3)$$

Dimana :

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \dots\dots\dots (4.4)$$

Karena fungsi gamma tidak terdefinisi untuk $x = 0$ dan distribusi curah hujan dapat mengandung nol, maka nilai $g(x)$ menjadi :

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \dots\dots\dots (4.5)$$

Dengan

q = jumlah kejadian hujan = 0 (m)/jumlah data

Nilai SPI merupakan transformasi dari distribusi gamma ($G(x)$) menjadi standard normal dengan rata-rata (*mean*) 0 dan standar deviasi 1, atau menggunakan rumusan di bawah ini :

$$Z = \text{SPI} = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_0 t + d_1 t^2 + d_2 t^3} \right) \text{ untuk : } 0 < H(x) \leq 0.5 \dots\dots\dots (4.6)$$

$$Z = \text{SPI} = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_0 t + d_1 t^2 + d_2 t^3} \right) \text{ untuk : } 0.5 < H(x) \leq 1.0 \dots\dots\dots (4.7)$$

Dimana

$$t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{(H(x))^2} \right)} \text{ Untuk : } 0 < H(x) \leq 0.5 \dots\dots\dots (4.8)$$

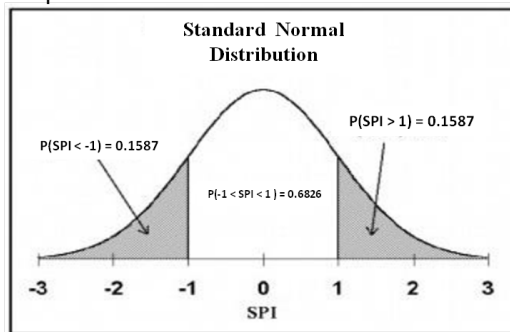
$$t = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{(1-H(x))^2} \right)} \text{ Untuk : } 0.5 < H(x) \leq 1.0 \dots\dots\dots (4.9)$$

Dengan :

$$\begin{aligned} c_0 &= 2.515517 & d_0 &= 1.432788 \\ c_1 &= 0.802853 & d_1 &= 0.189269 \\ c_2 &= 0.010328 & d_2 &= 0.001308 \end{aligned}$$

Kriteria tingkat kekeringan meteorologis dengan menggunakan metode analisis SPI (BMKG, 2012) dan *Standard Normal Distribution* (Gambar 2), terdiri dari :

- Sangat Basah : nilai SPI : ≥ 2.00 , dengan probabilitas 2.3 %
- Basah : nilai SPI : 1.50 s/d 1.99, dengan probabilitas 4.4 %
- Agak Basah : nilai SPI : 1.00 s/d 1.49, dengan probabilitas 9.2 %
- Normal : nilai SPI : -0.99 s/d 0.99, dengan probabilitas 68.2 %
- Agak Kering : nilai SPI : -1.49 s/d -1.00, dengan probabilitas 9.2 %
- Kering : nilai SPI : -1.99 s/d -1.50, dengan probabilitas 4.4 %
- Sangat Kering : nilai SPI : ≤ -2.00 , dengan probabilitas 2.3 %



Gambar 2. Distribusi Normal Baku dengan Mean 0 dan Standar Deviasi 1

Analisis kekeringan secara meteorologis dengan menggunakan metode SPI ini dapat dilakukan dengan periode waktu bulanan, tiga bulanan, dan sesuai dengan tujuan dilakukannya analisis tersebut (Sonjaya, 2007). Dalam penelitian ini penentuan tingkat kekeringan dengan metode SPI dikerjakan dengan menggunakan software Microsoft Excell.

2.4 Penentuan Tingkat Intensitas El Nino

Dalam penelitian ini penentuan intensitas El Nino dengan data ASML daerah Nino 3,4 menggunakan kriteria BMKG, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria El Nino berdasarkan ASML

No	ASML ($^{\circ}\text{C}$)	Intensitas El Nino
1	> 1.5	El Nino Kuat
2	1.0 - 1.5	El Nino Sedang
3	0.5 - 1.0	El Nino Lemah
4	-0.5 - 0.5	Normal
5	-1 - -0.5	La Nina Lemah
6	-1.5 - -1.0	La Nina Sedang
7	< -1.5	La Nina Kuat

2.5 Prosedur Pengolahan Data

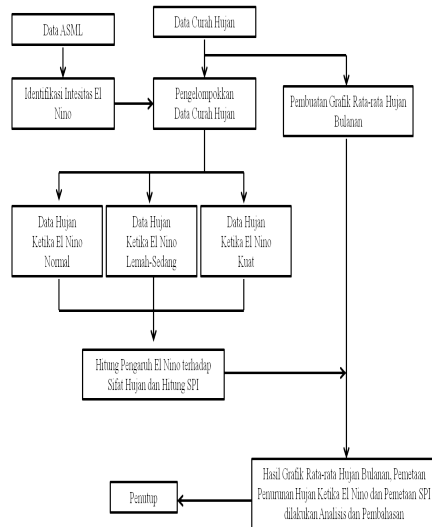
Tahap awal dalam penelitian ini adalah melakukan pengecekan terhadap seluruh data curah hujan yang diambil dari 53 pos pengamatan curah hujan BMKG yang tersebar merata diseluruh Bali. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kesinambungan data curah hujan bulanan yang tersedia. Ketika ditemukan adanya data yang kosong, maka dilakukan pengisian data tersebut dengan metode interpolasi.

Mendapatkan pola dari curah hujan bulanan wilayah Bali, selanjutnya data curah hujan bulanan yang dari 53 pos pengamatan curah hujan tersebut dihitung nilai dari rata-rata curah hujan bulannya selama 20 tahun. Hasil dari perhitungan tersebut disajikan dalam bentuk grafik, untuk mempermudah proses analisis pola curah hujan bulanan di wilayah Bali.

Selanjutnya dilakukan pengidentifikasian intensitas El Nino yang terjadi dari tahun 1991 – 2010. Setelah diketahui tahun-tahun yang terjadi El Nino dengan intensitas kuat, sedang, lemah ataupun normal, selanjutnya dilakukan pemisahan data curah hujan bulanan yang sudah dinyatakan lengkap dari periode tahun 1991 – 2010 berdasarkan intensitas kejadian El Nino yang telah teridentifikasi. Proses pengidentifikasian dari intensitas El Nino menggunakan data ASML daerah Nino 3,4 berdasarkan kriteria yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya.

Mengetahui pengaruh dari Intensitas El Nino terhadap curah hujan bulanan di wilayah Bali, dilakukan proses penghitungan pengurangan atau penambahan curah hujan bulanan yang terjadi selama periode El Nino berlangsung. Hasil dari perhitungan tersebut dilakukan pemetaan untuk mempermudah proses analisis dari pengaruh El Nino terhadap pengurangan atau peningkatan curah hujan bulanan di wilayah Bali.

Data curah hujan bulanan yang sudah dikelompokkan berdasarkan dari intensitas El Nino yang terjadi digunakan untuk menghitung indeks kekeringan wilayah Bali dengan menggunakan metode SPI, selanjutnya didapatkan nilai dari indeks kekeringan secara meteorologi di wilayah Bali ketika kondisi El Nino normal, lemah, sedang dan kuat. Proses pengolahan data dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 dalam diagram alir dibawah ini :



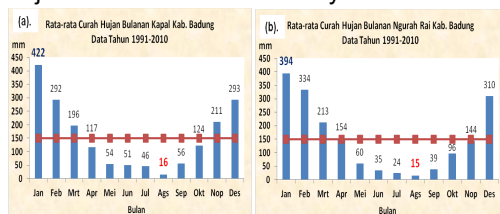
Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data

Hasil dan Pembahasan

Pola Curah Hujan di Bali

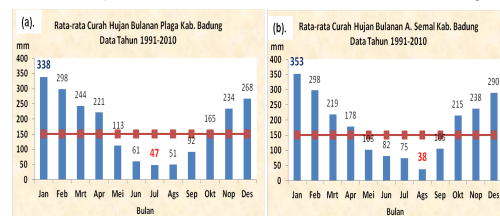
3.1.1 Kabupaten Badung

Kabupaten Badung memiliki bentangan memanjang dari selatan hingga utara, dimana bagian selatan merupakan dataran rendah sedangkan bagian utara merupakan dataran tinggi sehingga memiliki pola curah hujan yang berbeda. Berdasarkan hasil analisa data rata-rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari data pos pengamatan curah hujan Kabupaten Badung bagian selatan yang diwakili oleh pos pengamatan curah hujan Kapal dan Stasiun meteorologi (Stamet) Ngurah Rai termasuk Stasiun Geofisika (Stageof) Sanglah menghasilkan masing-masing rata-rata curah hujan bulanan seperti terlihat pada Gambar 4, secara umum menunjukkan bahwa musim hujan terjadi pada bulan November – Maret dengan puncak curah hujan terjadi pada bulan Januari, sementara musim kemarau terjadi pada bulan April – Oktober. Intensitas curah hujan tertinggi pada saat musim hujan sebesar 442 mm sementara Intensitas curah hujan terendah saat musim kemarau sebesar 15 mm terjadi pada bulan Agustus dengan asumsi selama musim kemarau masih ada hujan di bulan kemarau lainnya.



Gambar 4. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Kapal (b). Ngurah Rai

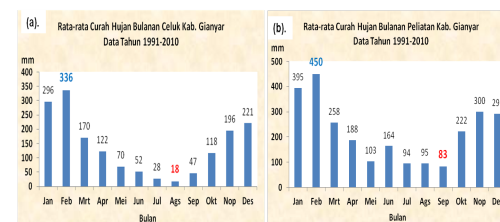
Sementara untuk wilayah Kabupaten Badung Utara rata-rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari analisis data pengamatan pos curah hujan Pelaga dan Abiansemal seperti terlihat pada Gambar 5, musim hujan terjadi pada bulan November – April dengan puncak hujan terjadi pada bulan Januari dan musim kemarau terjadi pada bulan Mei – September. Intensitas curah hujan tertinggi terjadi pada saat musim hujan sebesar 353 mm, sedangkan Intensitas curah hujan terendah terjadi pada saat musim kemarau sebesar 38 mm pada bulan Agustus, Intensitas curah hujan pada saat musim kemarau di wilayah Badung utara lebih tinggi dibandingkan dengan Badung selatan pada bulan - bulan kemarau lainnya.



Gambar 5. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Plaga (b). Abian Semal

3.1.2 Kabupaten Gianyar

Rata-rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari analisis data pos pengamatan curah hujan Celuk dan Gianyar terlihat musim hujan terjadi pada bulan Nopember – Maret dengan puncak hujan terjadi pada bulan Februari, sementara musim kemarau terjadi pada bulan April – Oktober. Intensitas curah hujan tertinggi terjadi pada saat musim hujan sebesar 336 mm dan Intensitas curah hujan terendah terjadi pada saat musim kemarau sebesar 18 mm yang terjadi pada bulan Agustus.



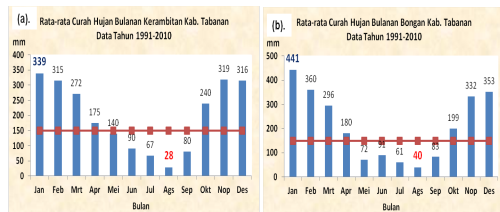
Gambar 6. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Celuk (b). Peliatan

Sementara rata-rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari analisis data pos pengamatan curah hujan Kemenuh dan Peliatan terlihat musim hujan terjadi pada bulan Oktober – April dengan puncak hujan terjadi pada bulan Februari dan musim kemarau terjadi pada bulan Mei – September. Intensitas curah hujan tertinggi pada saat musim hujan sebesar 450 mm dan

Intensitas curah hujan terendah pada saat kemarau sebesar 38 mm yang terjadi pada bulan Agustus dengan asumsi masih terjadi hujan di bulan kemarau lainnya. Dapat dilihat pada Gambar 6 bahwa pada pos pengamatan curah hujan Peliatan memperlihatkan pada bulan Mei dan Juni Intensitas curah hujan diatas 100 mm dan Intensitas curah hujan terendah pada saat musim kemarau sebesar 83 mm, hal ini menunjukkan bahwa intensitas hujan yang terjadi masih cukup tinggi di sekitar pos pengamatan curah hujan Peliatan.

3.1.3 Kabupaten Tabanan

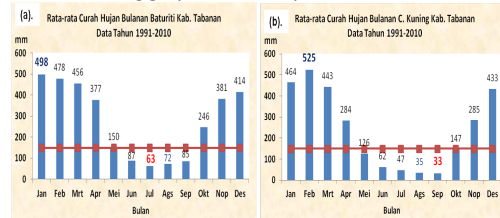
Sama halnya dengan Kabupaten Badung, Kabupaten Tabanan juga memiliki luasan wilayah antara dataran rendah dan dataran tinggi, memperlihatkan rata-rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari analisis data pos pengamatan curah hujan yang mewakili dataran rendah antara lain pos pengamatan curah hujan Bajera, Buruan, Kerambitan, dan Bongan yang menunjukkan secara umum musim hujan terjadi pada bulan Oktober – April dengan puncak hujan terjadi pada bulan Desember dan Januari sementara musim kemarau terjadi pada bulan Mei – September. Intensitas curah hujan tertinggi saat musim hujan sebesar 441 mm sementara Intensitas hujan terendah terjadi pada saat musim kemarau sebesar 28 mm terjadi pada bulan Agustus dengan asumsi masih terjadi hujan di bulan-bulan kemarau lainnya (Gambar 7).



Gambar 7. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Kerambitan (b). Bongan

Rata - rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari analisis data pengamatan pos curah hujan Pupuan, Luwus, Baturiti dan Candi Kuning yang terletak pada dataran tinggi menunjukkan musim hujan terjadi pada bulan Oktober – Mei dengan puncak hujan terjadi pada bulan Januari dan Februari, sementara musim kemarau terjadi pada bulan Juni – September. Intensitas curah hujan tertinggi terjadi pada saat musim hujan sebesar 525 mm dan Intensitas curah hujan terendah terjadi pada saat kemarau sebesar 33 mm pada bulan Agustus dan September dengan asumsi selama kemarau masih ada hujan di bulan kemarau lainnya. Pos pengamatan curah hujan Candi Kuning

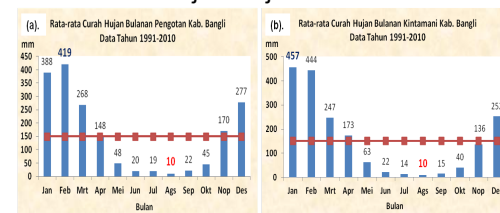
musim hujan terjadi pada bulan Oktober – April dan musim kemarau pada Mei – September yang sedikit berbeda dengan hasil analisis data rata-rata curah hujan yang diperoleh dari datapos pengamatan curah hujan Pupuan, Luwus dan Baturiti yang awal musim hujannya lebih panjang di dibandingkan Candi Kuning dan memiliki Intensitas curah hujan terendah meskipun posisi berada di dataran tinggi (Gambar 8)



Gambar 8. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Baturiti (b). Candi Kuning

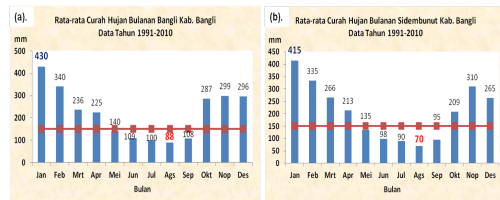
3.1.4 Kabupaten Bangli

Data pos pengamatan curah hujan Kembangsari, Pengotan dan Catur menunjukkan musim hujan terjadi pada bulan November – April dengan puncak hujan pada bulan Februari dan musim kemarau terjadi pada bulan Mei – Oktober. Intensitas curah hujan tertinggi terjadi pada saat musim hujan sebesar 650 mm dan Intensitas terendah terjadi pada saat musim kemarau sebesar 0 mm pada bulan Agustus di sekitar pos pengamatan curah hujan Kembangsari dan masih ada hujan di sekitar pos pengamatan curah hujan Catur dan pada bulan-bulan kemarau lainnya. Sementara pada pos pengamatan curah hujan Kimtamani musim hujan di mulai pada bulan Desember – April dan musim kemarau pada bulan Mei – November. Terlihat jelas pada Gambar 9, saat musim hujan intensitas curah hujan cukup tinggi sementara pada saat musim kemarau intensitas curah hujan sedikit bahkan tidak terjadi hujan.



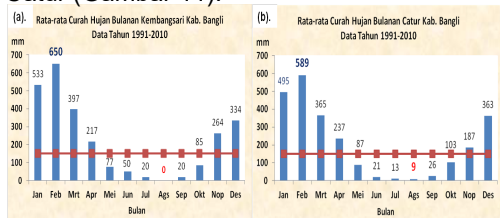
Gambar 9. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Pengotan (b). Kintamani

Pos pengamatan curah hujan Susut, Sidembunut dan Bangli menunjukkan musim hujan terjadi pada bulan Oktober – April dengan puncak musim hujan pada bulan Januari, sementara musim kemarau terjadi pada bulan Mei – September (Gambar 10).



Gambar 10. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Bangli (b). Sidembunut

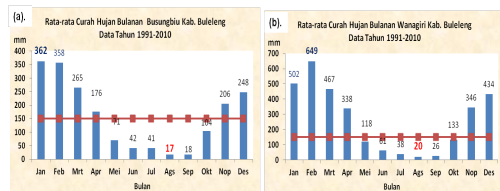
Pos pengamatan curah hujan ini terlihat hampir sepanjang tahun terjadi hujan, pada saat musim hujan intensitas cukup tinggi dan merata begitu juga saat musim kemarau masih terjadi hujan yang intensitasnya cukup tinggi jika dibandingkan dengan pos pengamatan curah hujan Kembangsari, Pengotan, Kintamani dan Catur (Gambar 11).



Gambar 11. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Kembangsari (b). Catur

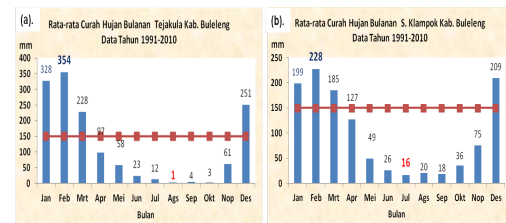
3.1.5 Kabupaten Buleleng

Wilayah Buleleng terbentang dari pesisir utara Bali hingga barat dan sebagian dataran tinggi. Dari hasil analisis data pengamatan curah hujan di beberapa pos pengamatan curah hujan rata-rata curah hujan bulanan yang berada di pos pengamatan curah hujan berada di Sumber Klampok, Gerokgak, Tukad Mungga, Patas, Sukasada, Bengkala, Tejakula, Wanagiri, Munduk, Tanguwisia, Busungbiu dan Gretek, secara umum menunjukkan pada musim hujan terjadi pada bulan November – April dengan puncak hujan terjadi pada bulan Februari, sementara musim kemarau terjadi pada bulan Mei – Oktober. Intensitas curah hujan tertinggi terjadi pada saat musim hujan sebesar 649 mm terjadi di daerah Wanagiri dan Intensitas curah hujan terendah sebesar 0 mm pada bulan September terjadi di daerah Gretek.

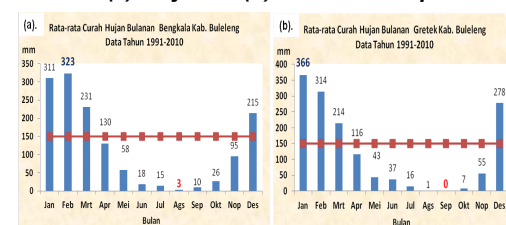


Gambar 12. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Busungbiu (b). Wanagiri

Gambar 12. menunjukkan bahwa hasil analisis rata-rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari data pos pengamatan curah hujan Busungbiu, Munduk dan Wanagiri merupakan pos pengamatan curah hujan yang terletak di dataran tinggi dengan musim hujan terjadi pada bulan Nopember – April sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan Mei – Oktober. Intensitas curah hujan masih cukup tinggi pada saat musim hujan sedangkan pada saat kemarau intensitas hujan sangat sedikit.



Gambar 13. Grafik rata - rata curah hujan bulanan (a). Tejakula (b). Sumberklampok

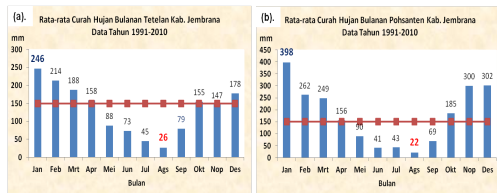


Gambar 14. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Bengkala (b). Gretek

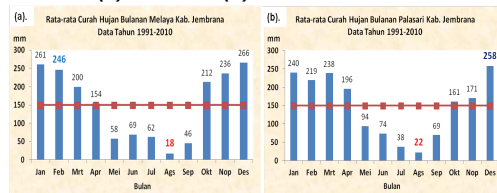
Gambar 13 dan 14 rata-rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari hasil analisis data curah hujan di beberapa pos pengamatan curah hujan terlihat kondisi wilayah Buleleng bagian pesisir musim hujan terjadi pada bulan Desember – Maret sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan April – Nopember. Intensitas hujan yang terjadi baik pada musim hujan dan kemarau tidak terlalu besar jika dengan dibandingkan dengan pos pengamatan curah hujan Busungbiu, Munduk dan Wanagiri. Pada musim kemarau terlihat intensitas hujan sangat rendah hingga tidak hujan.

3.1.6 Kabupaten Jembrana

Dari hasil analisis rata-rata curah hujan bulanan secara umum wilayah Jembrana mengalami musim hujan pada bulan Oktober – April dengan puncak hujan terjadi pada bulan Januari, sementara musim kemarau terjadi pada bulan Mei – September. Intensitas curah hujan tertinggi terjadi pada saat musim hujan sebesar 398 mm dan Intensitas terendah terjadi pada saat musim kemarau sebesar 18 mm terjadi pada bulan Agustus dengan asumsi masih ada hujan dibulan kemarau lainnya.



Gambar 15. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Tetelan (b). Pohsanten



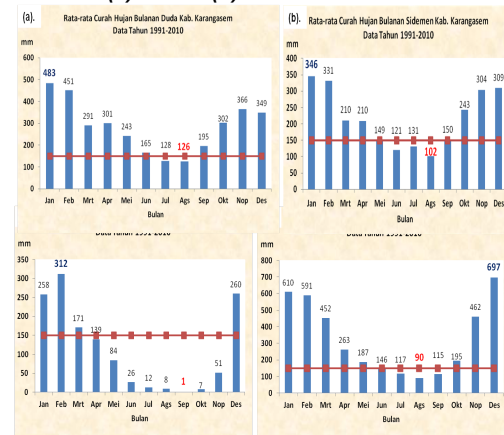
Gambar 16. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Melaya (b). Palasari

Hasil analisis rata-rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari data pos pengamatan curah hujan yang digunakan seperti Melaya, Palasari, Tetelan, Pohsanten dan Negara terdapat perbedaan puncak musim hujan, dimana pada pos pengamatan curah hujan Melaya puncak hujan terjadi pada bulan Februari dengan nilai 246 mm, pos pengamatan curah hujan Palasari puncak hujan terjadi pada bulan Desember dengan nilai 258 mm, sementara pos pengamatan curah hujan Tetelan, Pohsanten dan Negara puncak hujan terjadi pada bulan Januari (Gambar 15). Pada Gambar 16 juga terlihat intensitas hujan cukup merata di wilayah Jembrana baik pada saat musim hujan maupun musim kemarau, dimana pada saat musim kemarau hujan masih terjadi di beberapa bulan kemarau.

3.1.7 Kabupaten Karangasem

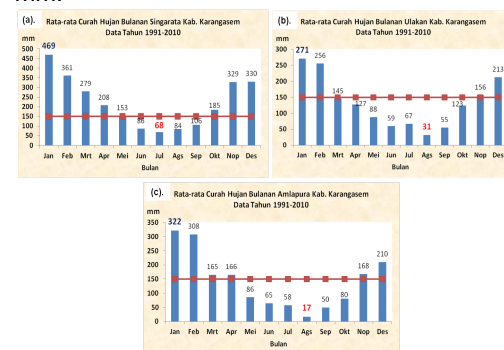
Secara umum kondisi musim hujan di wilayah Karangasem yang diperoleh dari hasil analisis rata-rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari beberapa data pos pengamatan curah hujan terjadi pada bulan Oktober – Mei dengan puncak hujan terjadi pada bulan Desember, sementara musim kemarau terjadi pada bulan Juni – September. Intensitas curah hujan tertinggi pada saat musim hujan sebesar 697 mm terjadi di daerah Besakih dan Intensitas terendah pada saat musim kemarau sebesar 1 mm pada bulan September terjadi di daerah Kubu.

Gambar 17. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Kubu (b). Besakih



Gambar 18. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Duda (b). Sidemen

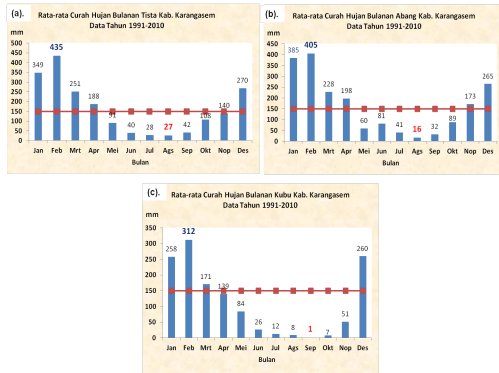
Pada Gambar 17 dan 18 terlihat intensitas hujan yang terjadi dari beberapa pos pengamatan curah hujan seperti pos hujan Kubu, Besakih, Duda dan Sidemen menunjukkan nilai yang cukup rendah pada musim kemarau, intensitas curah hujan diatas 100 mm terjadi hampir di setiap bulan kemarau dan dapat dikatakan terjadi hujan sepanjang tahun terutama di daerah Besakih. Namun di daerah Kubu rata-rata curah hujan bulanan pada musim kemarau sangat rendah berkisar antara 1 mm – 26 mm.



Gambar 19. Grafik rata – rata curah hujan bulanan (a). Singarata (b). Ulakan (c). Amlapura

Diikuti oleh pos pengamatan curah hujan lainnya yaitu di Singarata, Ulakan dan Amlapura seperti terlihat pada Gambar 19. Hasil pengamatan curah hujan menunjukkan intensitas curah hujan lebih rendah dibandingkan pos pengamatan curah hujan yang berada di Duda, Sidemen dan Besakih, dengan intensitas curah hujan yang terjadi masih di bawah 100 mm di setiap bulan kemarau, namun masih dapat

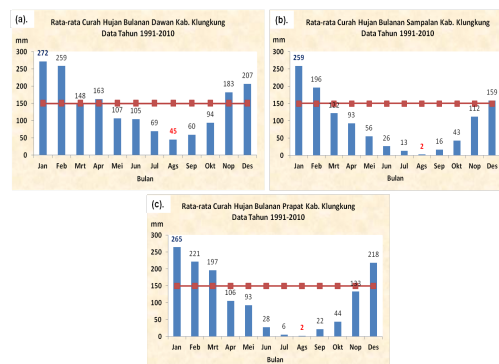
dikatakan bahwa hujan masih terjadi hampir sepanjang tahun.



Gambar 20. Grafik rata-rata curah hujan bulanan (a). Tista (b). Abang (c). Kubu Gambar 20 menjelaskan bahwa dari hasil analisis rata-rata curah hujan bulanan yang diperoleh dari data pos pengamatan curah hujan Tista, Abang dan Kubu yang terletak di sebelah timur Karangasem memiliki intensitas curah hujan yang sedikit, dimana curah hujan terendah sebesar 1 mm yang diperoleh dari data di pos pengamatan curah hujan Kubu pada bulan September dan diikuti bulan kemarau lainnya yang intensitasnya tidak lebih dari 50 mm selama musim kemarau. Intensitas curah hujan yang diperoleh dari data pos pengamatan curah hujan Tista, Abang dan Kubu lebih rendah dibandingkan pos hujan lainnya yang ada di Karangasem dan tidak mengalami curah hujan sepanjang tahun.

3.1.8 Kabupaten Klungkung

Kondisi rata-rata curah hujan bulanan di wilayah Klungkung secara umum musim hujan terjadi pada bulan Desember – Februari dengan puncak curah hujan terjadi pada bulan Januari, sementara musim kemarau terjadi pada bulan Maret – Nopember. Intensitas curah hujan tertinggi pada saat musim hujan sebesar 265 mm dan Intensitas terendah terjadi pada saat musim kemarau sebesar 2 mm terjadi pada bulan Agustus.

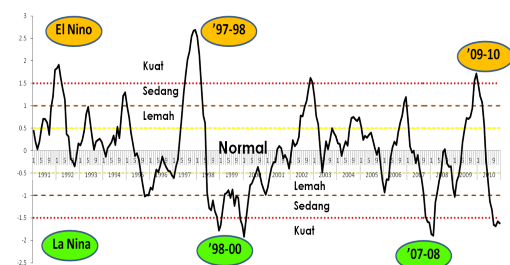


Gambar 21. Grafik rata-rata curah hujan bulanan (a). Dawan (b). Sampalan (c). Prapat

Pos pengamatan curah hujan Dawan Klungkung Bali memiliki pola yang berbeda dengan pos pengamatan curah hujan Sampalan dan Prapat yang berada di Pulau Nusa Penida. Pos pengamatan curah hujan di Dawan menunjukkan intensitas hujan yang cukup tinggi pada musim kemarau hampir 100 mm di setiap bulan kemarau dan intensitas terendah sebesar 45 mm pada bulan Agustus. Sementara padapos pengamatan curah hujan di Prapat dan Sampalan yang berada di pulau Nusa Penida menunjukkan intensitas hujan yang sangat sedikit dibandingkan dengan pos pengamatan curah hujan di Dawan. Intensitas terendah sebesar 2 mm pada bulan Agustus, seperti pada Gambar 21 dibawah ini.

3.2 Intensitas El Nino

Dalam Penelitian ini, untuk mengetahui tingkat intensitas fenomena El Nino yang terjadi menggunakan data ASML daerah Nino 3,4. Penentuan intensitas El Nino menggunakan ketetapan kriteria BMKG seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Berdasarkan data ASML periode tahun 1991-2010 ditentukan bahwa El Nino dengan Intensitas Kuat terjadi pada tahun 1997 – 1998 dengan nilai ASML daerah Nino 3,4 pada periode tahun tersebut melebihi nilai 1.5°C seperti terlihat pada Gambar 22. Berdasarkan nilai yang terlihat dalam Tabel 5.1 El Nino dengan intensitas Kuat mulai terjadi pada bulan Juli 1997 dengan nilai ASML 1.7°C hingga bulan Maret 1998 dengan nilai ASML 1.45°C .



Gambar 22. Grafik Intensitas El Nino dengan menggunakan data anomali suhu muka laut bulanan daerah Nino 3.4 tahun 1991 – 2010 (lingkaran coklat El Nino, lingkaran hijau La Nina)

Untuk nilai intensitas El Nino dalam kategori lemah-sedang ditentukan terjadi pada periode tahun 2009 – 2010 dengan nilai ASML daerah Nino 3,4 pada periode tersebut $> 0.5^{\circ}\text{C}$ hingga $< 1.72^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan nilai yang terlihat dalam Tabel 3 El Nino dengan

intensitas Lemah hingga Sedang mulai terjadi pada bulan Juli 2009 dengan nilai ASML 0.72°C hingga bulan April 2010 dengan nilai ASML 0.59°C

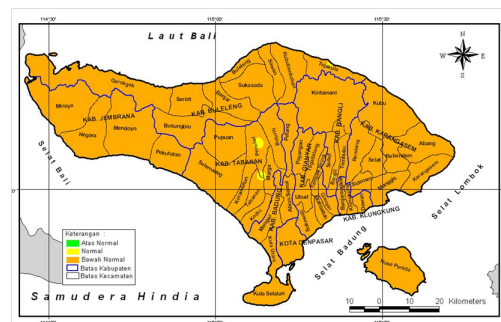
Tabel 3. Nilai ASML ($^{\circ}\text{C}$) bulanan daerah Nino 3.4 periode tahun 1991 – 2010 (Warna Merah Tahun Kejadian El Nino yang diteliti, warna kuning tahun El Nino ketika normal yang digunakan untuk menghitung SPI)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nop	Des
1991	0.44	0.21	0.03	0.2	0.5	0.71	0.7	0.62	0.35	0.94	1.21	1.8
1992	1.84	1.91	1.61	1.36	1.14	0.37	0.31	-0.18	-0.24	-0.35	-0.14	0.16
1993	0.12	0.25	0.44	0.81	0.97	0.63	0.33	0.02	0.2	0.24	0.26	0.19
1994	0.03	-0.13	0.05	0.12	0.19	0.34	0.13	0.53	0.28	0.8	1.22	1.3
1995	0.98	0.73	0.41	0.15	-0.12	-0.06	-0.21	-0.49	-0.76	-1.02	-0.99	-1
1996	-0.83	-0.87	-0.6	-0.42	-0.48	-0.33	-0.13	-0.26	-0.37	-0.45	-0.46	-0.55
1997	-0.61	-0.36	-0.19	0.25	0.75	1.29	1.7	2.02	2.21	2.54	2.67	2.69
1998	2.53	2.14	1.45	0.78	0.62	-0.93	-1.28	-1.33	-1.11	-1.35	-1.47	-1.78
1999	-1.67	-1.31	-0.97	-0.94	-0.88	-1.05	-0.87	-1.23	-1.01	-1.05	-1.53	-1.67
2000	-1.92	-1.53	-1.14	-0.77	-0.73	-0.62	-0.5	-0.37	-0.51	-0.73	-0.87	-0.98
2001	-0.83	-0.61	-0.38	-0.26	-0.25	0.03	0.1	0.05	-0.17	-0.1	-0.2	-0.4
2002	-0.07	0.23	0.1	0.16	0.3	0.78	0.76	0.97	1.11	1.36	1.62	1.52
2003	1.19	0.77	0.59	0.03	-0.48	-0.17	0.21	0.03	0.24	0.5	0.4	0.32
2004	0.17	0.14	-0.12	0.06	0.21	0.11	0.47	0.72	0.75	0.69	0.66	0.74
2005	0.53	0.24	0.33	0.29	0.35	0.4	0.25	0.06	-0.09	0.06	-0.31	-0.68
2006	-0.93	-0.64	-0.65	-0.19	0.06	0.2	0.13	0.4	0.62	0.78	1.08	1.19
2007	0.69	0.09	-0.04	0	-0.28	-0.1	-0.43	-0.62	-0.95	-1.47	-1.59	-1.6
2008	-1.86	-1.89	-1.15	-0.95	-0.67	-0.48	-0.03	0.03	-0.28	-0.36	-0.35	-0.83
2009	-1.03	-0.68	-0.55	-0.27	0.18	0.47	0.72	0.71	0.75	0.94	1.54	1.72
2010	1.5	1.22	1.08	0.59	-0.17	-0.65	-1.13	-1.32	-1.65	-1.68	-1.58	-1.62

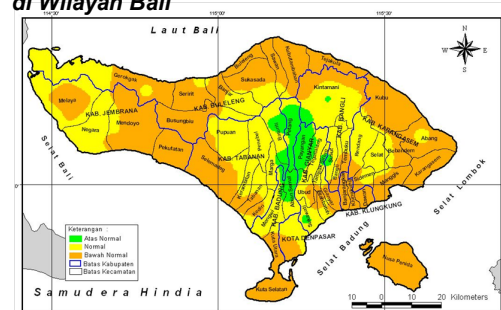
Penghitungan penurunan atau peningkatan curah hujan dan kondisi kekeringan secara meteorologis dengan metode SPI ketika terjadi El Nino menggunakan kasus yang terjadi pada tahun 1997 – 1998 untuk kejadian **El Nino dengan Intensitas Kuat** dan kasus tahun 2009 – 2010 untuk kejadian **El Nino dengan Intensitas Lemah hingga Sedang**. Khusus untuk penghitungan kondisi kekeringan dengan SPI pada saat kondisi Normal diambil beberapa tahun ketika **El Nino dalam kategori Normal** yaitu pada tahun 1993, 1994, 2003, 2004 dan 2005. Dimana kisaran normal ketika nilai ASML daerah Nino 3,4 lebih besar dari -0.5°C dan lebih kecil dari 0.5°C . Lebih jelasnya fluktuasi nilai ASML yang digunakan untuk menghitung El Nino dalam kategori Normal dapat dilihat dalam Tabel 5.1 dengan nilai ASML yang berwarna kuning.

3.3 Kondisi Sifat Hujan Bulanan Provinsi Bali ketika El Nino

Penghitungan sifat hujan bulanan dilakukan selama periode El Nino tersebut berlangsung. Selama periode El Nino dengan intensitas kuat pada bulan Juli 1997 hingga Maret 1998 kondisi sifat hujan hampir seluruh Bali memperlihatkan dalam kategori di Bawah Normal (Gambar 23). Kondisi tersebut dapat diartikan bahwa ketika terjadi El Nino dengan intensitas kuat hampir diseluruh Bali mengalami penurunan jumlah curah hujan dibandingkan biasanya.



Gambar 23. Peta Sifat Hujan selama periode El Nino dengan Intensitas Kuat Tahun 1997/1998 di Wilayah Bali



Gambar 24. Peta Sifat Hujan selama periode El Nino dengan Intensitas Lemah – Sedang Tahun 2009/2010 di Wilayah Bali.

Kondisi sifat hujan bulanan ketika terjadi El Nino dengan intensitas lemah-sedang pada bulan Juli 2009 hingga April 2010 sangat bervariasi. Sifat hujan bawah normal terjadi disekitar wilayah pesisir pantai utara, selatan dan timur wilayah Bali serta daerah Nusa Penida. Untuk daerah bagian tengah dan barat wilayah Bali sifat hujan bulanan yang terjadi normal bahkan hingga di atas normal. Dengan demikian, kondisi sifat hujan bulanan selama terjadi El Nino dengan intensitas lemah-sedang periode tahun 2009-2010 di wilayah Bali sangat bervariasi, seperti terlihat pada Gambar 24.

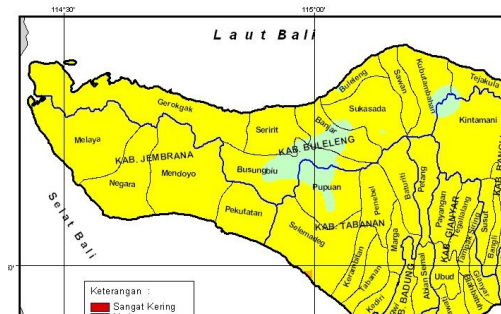
3.4 Kondisi kekeringan secara Meteorologis di wilayah Bali

3.4.1 Tingkat kekuatan El Nino dengan Intensitas Kuat pada Tahun 1997 – 1998

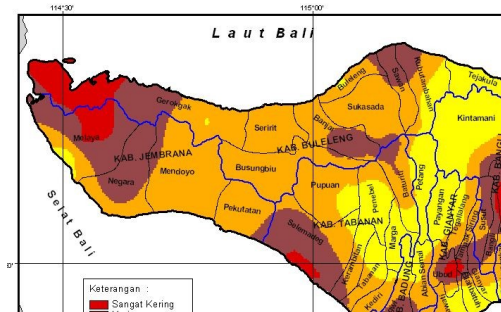
Pembahasan kondisi kekeringan secara meteorologis di wilayah Bali ketika terjadi El Nino dengan periode 3 (tiga) bulanan. Hal ini untuk mempermudah dalam proses analisis pengaruh dari El Nino terhadap kondisi kekeringan di wilayah Bali. Pada periode bulan Januari, Februari, Maret (JFM) Tahun 1997 kondisi kekeringan di wilayah Bali secara keseluruhan masih dalam kategori Normal (Gambar 25). Diketahui pada nilai ASML daerah Nino 3,4 dari bulan Maret Tahun 1996 hingga bula

April tahun 1997 masih dalam keadaan Normal. Kondisi fluktuasi dari ASML Nino 3,4 perlu diketahui, karena perhitungan kekeringan dengan SPI sangat berkaitan dengan kondisi curah hujan bulanan sebelum dilakukan perhitungan kondisi kekeringan pada bulan yang ingin diketahui.

Periode April, Mei, Juni (AMJ) tahun 1997 (Gambar 26) kondisi kekeringan yang terjadi di wilayah Bali umumnya Agak Kering hingga Sangat Kering kecuali Kabupaten Badung, Tabanan dan Bangli bagian utara, pesisir pantai Kabupaten Gianyar dan Klungkung dalam keadaan Normal. Pada bulan April 1997 nilai ASML sudah mulai menunjukkan penyimpangan yang menunjukkan mulai terjadinya El Nino dengan intensitas lemah - sedang. Periode AMJ untuk wilayah Bali merupakan musim transisi dari Musim Hujan ke Musim Kemarau.



Gambar 25. Peta Kondisi Kekeringan Berdasarkan Metode SPI periode JFM tahun 1997 di Wilayah Bali

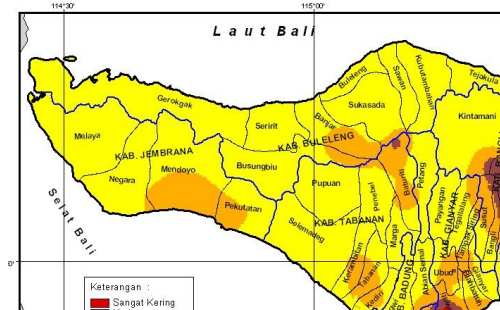


Gambar 26. Peta Kondisi Kekeringan berdasarkan Metode SPI periode AMJ tahun 1997 di wilayah Bali

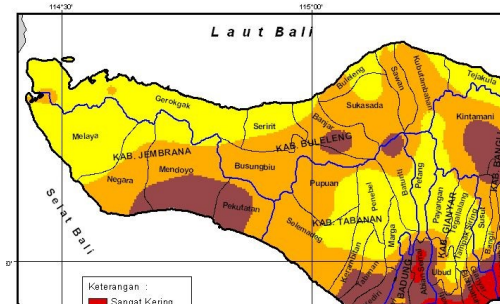
Periode bulan Juli, Agustus, September (JAS) tahun 1997 (Gambar 27) secara keseluruhan kondisi kekeringan di wilayah Bali dalam keadaan Normal. Periode JAS secara rata-rata merupakan puncak dari musim kemarau di wilayah Bali. Bulan Juli tahun 2007 merupakan periode awal nilai ASML Nino 3,4 menunjukkan nilai dalam kategori El Nino dengan Intensitas Kuat.

Bulan Oktober, Nopember dan Desember secara rata-rata merupakan

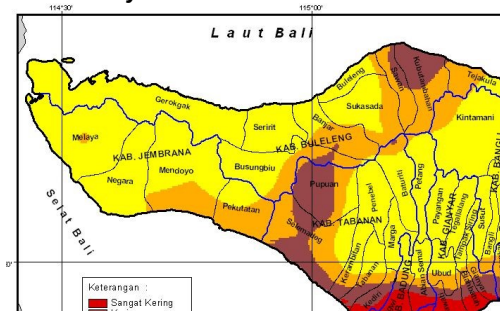
periode awal musim hujan hingga menjelang puncak musim hujan di wilayah Bali. Berdasarkan Gambar 28 kondisi kekeringan pada bulan Oktober, November, Desember (OND) tahun 1997 terlihat jelas kondisinya sebagai besar Agak Kering hingga Sangat Kering. Daerah yang mengalami kondisi kering hingga sangat kering sangat jelas



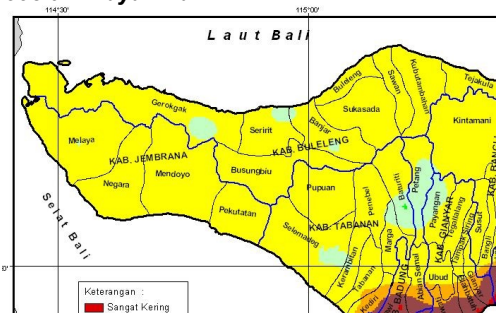
terlihat di wilayah Badung bagian selatan, Denpasar, pesisir pantai Kabupaten Gianyar, Klungkung hingga Karangasem. Pada periode bulan ini sangat jelas terlihat pengaruh dari intensitas El Nino yang kuat yang mulai terjadi pada bulan Juli 1997 dirasakan pada periode musim hujan Oktober hingga Desember tahun 1997. **Gambar 27. Peta Kondisi Kekeringan berdasarkan Metode SPI periode JAS tahun 1997 di wilayah Bali Kabupaten Gianyar hingga Klungkung.**



Gambar 28. Peta Kondisi Kekeringan Berdasarkan Metode SPI periode OND tahun 1997 di wilayah Bali



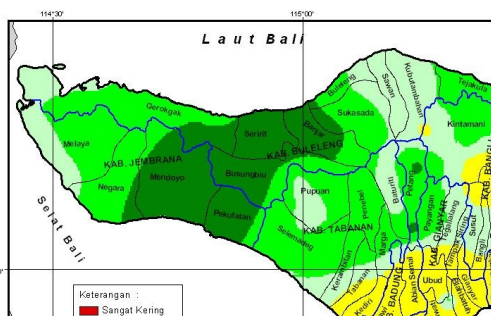
Gambar 29. Peta Kondisi kekeringan berdasarkan Metode SPI periode JFM tahun 1998 di wilayah Bali



Gambar 30. Peta Kondisi Kekeringan berdasarkan metode SPI periode AMJ tahun 1998 di wilayah Bali

Penjalaran kondisi kekeringan dengan kondisi Kering hingga Sangat Kering pada periode bulan Januari, Februari, Maret Tahun 1998 (Gambar 29) masih sangat jelas terlihat di daerah Kabupaten Badung bagian selatan, Kota Denpasar, Pesisir Pantai Kabupaten Gianyar dan pesisir pantai bagian selatan Kabupaten Tabanan. Kondisi El Nino dengan Intensitas Kuat yang berlangsung dari bulan Juli tahun 1997 berakhir pada bulan Maret tahun 1998.

Kondisi kekeringan setelah mengalami El Nino dengan Intensitas Kuat pada periode bulan April, Mei, Juni tahun 1998 (Gambar 30), kekeringan dengan kategori Kering hingga Sangat Kering masih terjadi di Kota Denpasar, Pesisir pantai Kabupaten Gianyar hingga Klungkung.



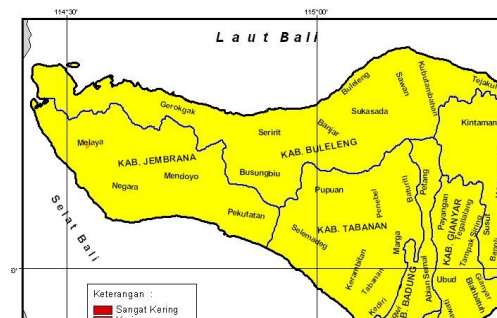
Gambar 31. Peta Kondisi Kekeringan Berdasarkan metode SPI periode JAS tahun 1998 di wilayah Bali.

Kondisi perubahan yang sangat signifikan terjadi pada periode Juli, Agustus, September (JAS) tahun 1998 (Gambar 31), kondisi kekeringan yang terjadi di wilayah Bali sangat berbeda dengan kondisi kekeringan ketika terjadi fenomena El Nino dengan Intensitas Kuat. Pada periode bulan tersebut kondisi kekeringan umumnya dengan kategori Agak Basah hingga Sangat Basah. Untuk diketahui, berdasarkan data

ASML Nino 3,4 (Tabel 3) setelah dalam kisaran anomali positif yang mencirikan terjadinya El Nino, pada bulan Juni tahun 1998 hingga awal tahun 1999 disusul dengan ASML daerah Nino 3,4 bernilai negatif yang mencirikan dari kebalikan El Nino yaitu La Nina. La Nina yang terjadi dalam kategori Sedang hingga Kuat.

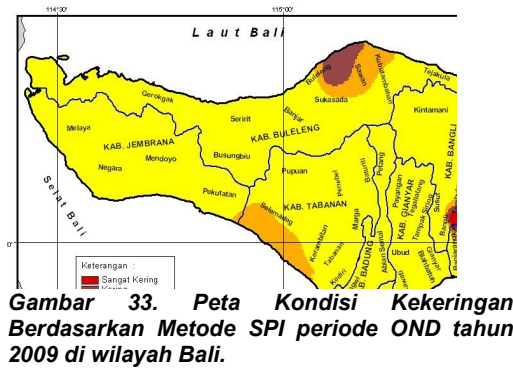
3.4.2 Tingkat Kekuatan El Nino dengan Intensitas Lemah - Sedang pada Tahun 2009 – 2010.

Untuk kejadian El Nino dengan Intensitas Lemah - Sedang menggunakan data tahun 2009-2010. Berdasarkan data ASML daerah Nino 3,4 El Nino dengan intensitas Lemah - Sedang berlangsung dari bulan Juli tahun 2009 hingga April tahun 2010. Periode Juli, Agustus dan September tahun 2009 (Gambar 32) secara keseluruhan kondisi kekeringan di wilayah Bali dalam Kategori Normal.

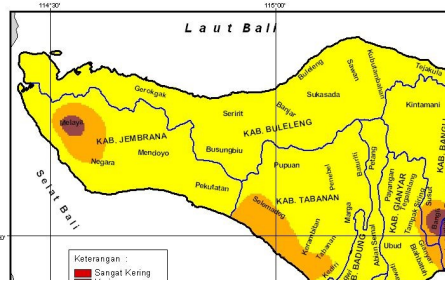


Gambar 32. Peta Kondisi Kekeringan Berdasarkan Metode SPI periode JAS tahun 2009 di wilayah Bali.

Periode bulan Oktober, November dan Desember tahun 2009 (Gambar 33) kondisi kekeringan umumnya wilayah Bali dalam kategori Normal. beberapa lokasi mengalami kekeringan dalam kategori Agak Kering hingga Sangat Kering, tetapi kondisi ini tidak signifikan. Kondisi kekeringan yang terjadi pada periode JFM tahun 2010 tidak berbeda jauh dengan kondisi kekeringan pada periode OND tahun 2009. Umumnya kekeringan pada periode JFM 2010 (Gambar 34) dalam kategori Normal. Seperti diketahui, secara rata-rata pada periode bulan Oktober hingga Maret merupakan rata-rata panjang musim hujan di Wilayah Bali.



Berdasarkan hasil pemetaan kondisi kekeringan wilayah Bali pada kejadian El

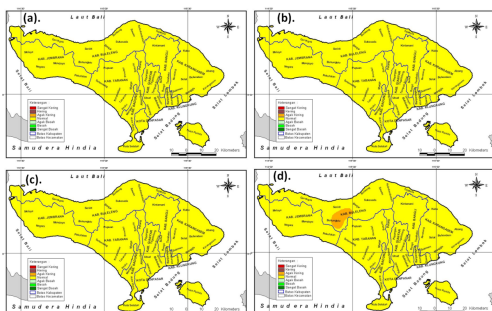


Nino dengan intensitas lemah - sedang tahun 2009-2010 (Gambar 32-34) secara keseluruhan dalam kondisi Normal, artinya fenomena El Nino dengan Intensitas Lemah - Sedang seperti yang terjadi pada tahun 2009-2010 tidak berdampak signifikan terhadap kondisi kekeringan di wilayah Bali.

Gambar 34. Peta Kondisi Kekeringan berdasarkan Metode SPI periode JFM tahun 2010 di wilayah Bali

3.4.3 Tingkat kekuatan El Nino dengan kondisi normal.

Melakukan perhitungan kondisi kekeringan dalam kondisi El Nino Normal dilakukan dengan menggunakan analisis rata-rata kondisi kekeringan dari beberapa kejadian El Nino dalam keadaan normal yang terjadi pada tahun: 1993, 1994, 2003, 2004 dan 2005. Proses perhitungan analisis rata-rata kondisi kekeringan pada periode tahun-tahun tersebut di atas didapatkan kondisi kekeringan diseluruh wilayah Bali dalam keadaan Normal seperti yang terlihat dalam Gambar 35.



Gambar 35. Peta Kondisi Kekeringan berdasarkan Metode SPI pada kasus El Nino Normal (Tahun 1993, 1994, 2003, 2004, 2005) (a). Periode JFM (b). Periode AMJ (c). Periode JAS (d). Periode OND

Kesimpulan

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

1. Curah hujan bulanan dan panjang musim di wilayah Bali sangat bervariasi, bagian tengah wilayah Bali adalah daerah yang memiliki nilai curah hujan bulanan yang lebih tinggi dengan lama musim hujan lebih panjang jika dibandingkan dengan wilayah lainnya.
2. Tingkat kekuatan El Nino terhadap dampak kekeringan secara meteorologi dengan metoda SPI yang terjadi pada tahun 1997/1998 memperlihatkan Intensitas Kuat, sedangkan El Nino pada tahun 2009/2010 dengan Intensitas Lemah – Sedang, dan El Nino pada tahun 1993, 1994, 2003, 2004 dan 2005 dengan kondisi normal.
 - a. Tingkat Kekuatan El Nino dengan Intensitas Kuat (1997/1998) memperlihatkan curah hujan di seluruh wilayah Bali mengalami penurunan dari biasanya dengan sifat hujan di bawah normal, sedangkan tingkat kekuatan El Nino dengan intensitas lemah-sedang (2009/2010) dengan sifat hujan yang terjadi di wilayah Bali sangat bervariasi dari di Bawah Normal hingga di Atas Normal.
 - b. Tingkat Kekuatan El Nino dengan Intensitas Kuat (1997/1998) memperlihatkan kondisi kekeringan dengan kondisi agak kering dan kondisi ini hingga sangat kering konsisten terjadi di bagian selatan Bali dan pesisir pantai Kabupaten Gianyar, Klungkung dan sebagian Karangasem. Tingkat Kekuatan El Nino dengan intensitas Lemah-Sedang (2009/2010) umumnya memperlihatkan kondisi kekeringan di wilayah Bali dalam kategori Normal.
 - c. Tingkat Kekuatan El Nino dalam Kondisi Normal (1993, 1994, 2003, 2004 dan 2005) memperlihatkan kondisi kekeringan dalam keadaan normal yang terjadi di seluruh wilayah Bali.

3. Metoda SPI dapat untuk membuat peta kekeringan secara meteorologi di wilayah Bali.

Precipitation Index(SPI), Jakarta, STMKG.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2003. *Dampak El Nino pada Faktor Hujan di Indonesia*, Jakarta, BMG.
- Anonim, 2004. *Klimatologi*, Bandung, Penerbit ITB
- Anonim, 2006. *Fenomena Banjir dan Kekeringan di Indonesia*, Jakarta, BMG
- Anonim, 2008. *Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial terhadap Curah Hujan di Indonesia*, Jakarta, BMKG
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika., 2012. *Buletin Agroklimat Monitoring Tingkat Kekeringan dan Kebasahan di Propinsi Banten dan DKI Jakarta Juli, Agustus, September 2012*. Penerbit Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Pondok Betung, Tangerang.
- Bayong, T.H.K., 2002. *Relationship of Indonesia Drought And ENSO*, Jakarta, BMG.
- Harijono, S.W.B., 2008. Analisis Dinamika Atmosfer di bagian Utara Ekuator Sumatera pada saat Peristiwa El-Nino dan Dipole Mode Positif Terjadi Bersamaan. *J. Sains Dirgantara*, V., 130-148.
- Hendon, H.H. 2003. Indonesian Rainfall Variability : Impact of El Nino and Local Air Sea Interaction. *Journal of Climate*, **16**:1775 - 1790.
- McBride, Malcom, Haylock, Nicholls, N. 2003. Relationship between the Maritime Continent Heat Source and the El Nino-Southern Oscillation Phenomenon. *J. Climate*., **16**:2905-2914.
- National Drought Mitigation Center 2006. What is drought? Understanding and defining drought, <http://drought.unl.edu/whatis/what.htm>, Cited 22 Juni 2014.
- Rejeki, H. A. 2013. Analisis Tingkat Kekeringan di Wilayah Nusa Tenggara Barat Tahun 2004–2008 Menggunakan Metode Standardized
- Sonjaya, I., 2007. *Analisa Standardized Precipitation Index di Kalimantan Selatan*. Penerbit Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Banjarbaru, Kalimantan Selatan.
- Webster, P., J.dan Fasullo, J. 2003. *Dynamical Theory*. Encyclopedia of Atmospheric Sciences, University of Colorado-Boulder, Boulder, CO, USA.
- Wiratno, J. 1998. Sudah Benarkah Pemahaman Anda tentang La Nina dan El Nino. Penerbit ITB. Bandung.
- Yulihastin, E., 2009. Pengaruh El Nino 1997 Terhadap Variabilitas Ozon Total Indonesia, *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara*, ISSN 1907-0713.