

SIMULASI PREDIKSI PROBABILITAS AWAL MUSIM HUJAN DAN PANJANG MUSIM HUJAN DI ZOM 126 DENPASAR

Yunus S. Swarinoto¹, Erwin E.S. Makmur²

¹Peneliti Madya Bidang Klimatologi BMKG
e-mail: yunusbmgk@live.com

²Kepala Subbidang Peringatan Dini Iklim BMKG
e-mail: erwin_makmur@yahoo.com

ABSTRACT

The probability forecast simulation of Rainy Season Onset and the Length of Season based on Indonesia SST, Nino34 SST, and IODM SST Anomalies as predictors, have been done over Seasonal Forecast Area (SFA) 126 Denpasar. This SFA was chosen as a case in relation to its monsoonal rainfall pattern. In this SFA there were clearly different condition between Rainy and Dry Seasons. Basically the peak of Rainy and Dry Seasons only happen once a year. The peak of Rainy Season commonly takes place during early year but Dry Season occurs in the middle year. The probability forecast simulation of SFA 126 Denpasar was computed base on predictors condition at once. Time lag of 3, 2, 1 month(s) of predictors preceded the earliest onset of season have been examined. Time lags used data which have the most significant value of determination coefficient R^2 (taken from multi linear regression equation) should be denoted as input for providing the probability forecast simulations. Results show that Indonesia SSTA has significantly played a role for determining the onset of seasons over SFA 126 Denpasar, whether earlier onset or longer ones, especially during the weak of Nino34 and IODM SSTAs. Meanwhile the other predictors condition were denoted to strengthen and weaken the onset of seasons.

Key words: SSTA, 10-day, Rainy Season, Length of Season, Seasonal Forecast Area

ABSTRAK

Simulasi prediksi probabilitas Awal Musim Hujan (AMH) dan Panjang Musim Hujan (PMH) terkait kondisi Indonesia SSTA, Nino34 SSTA, dan IODM SSTA sebagai prediktor telah dilakukan di Zona Musim (ZOM) 126 Denpasar. Lokasi ini dipilih karena memiliki pola curah hujan dasarian maupun bulanan pola monsun, sehingga terdapat perbedaan yang jelas antara kondisi Musim Hujan (MH) dengan kondisi Musim Kemarau (MK). Kejadian puncak dan lembah curah hujan pada lokasi ini berlangsung sekali dalam satu tahun. Puncak hujan berlangsung bersamaan dengan MH dan sebaliknya lembah hujan berlangsung bersamaan dengan MK. Untuk ZOM 126 Denpasar, simulasi prediksi probabilitas ini dihitung berdasarkan pada kondisi seluruh prediktor sebagaimana tersebut di atas. Time lag 3, 2, dan 1 bulan digunakan pada data dasarian awal yang diolah. Data yang memiliki nilai koefisien determinasi R^2 terbesar dari persamaan regresi multi linear yang dibentuk berdasarkan pada kondisi prediktor di atas selanjutnya digunakan dalam menentukan simulasi prediksi probabilitas AMH dan PMH. Hasil menunjukkan bahwa kondisi Indonesia SSTA sangat berperan dalam menentukan nilai probabilitas maju-mundur AMH dan panjang-pendek PMH di ZOM 126 Denpasar, khususnya pada saat Nino34 dan IODM SSTA lemah. Sementara itu kondisi Nino34 SSTA dan IODM Anomaly memiliki peran sebagai penguat/ pelemah terhadap probabilitas kejadian AMH dan PMH di ZOM 126 Denpasar.

Naskah masuk : 9 Maret 2010

Naskah diterima : 28 Juni 2010

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

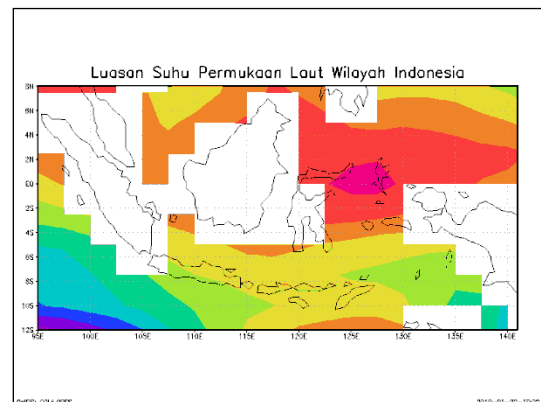
Sirkulasi atmosfer skala global memiliki kaitan erat dengan sirkulasi atmosfer skala yang lebih kecil. Kondisi ini yang berlaku di wilayah *maritime continent* (**Ramage 1971**)¹ Indonesia. Sirkulasi atmosfer skala global dapat mempengaruhi kondisi sirkulasi atmosfer skala regional maupun sirkulasi skala lokal (**Wirjohamidjojo 1995**)². Hal ini telah banyak dibuktikan oleh keandalan Model Atmospheric Global Circulation Model (AGCM) dalam melakukan *forcing* kepada sirkulasi atmosfer berskala regional maupun lokal (**Swarinoto 2001**)³.

Sirkulasi atmosfer skala global memiliki dinamika yang jelas karena antara lain dipicu oleh kondisi Suhu Muka Laut (*Sea Surface Temperature*, SST) skala global (**Ward 2002**)⁴. Paling tidak terdapat 3 (tiga) wilayah SST yang ditengarai memiliki kaitan erat dengan sirkulasi atmosfer skala regional dan lokal di wilayah Indonesia, yakni: SST Indonesia, SST Nino34, dan SST Samudera India (*Indian Ocean Dipole Mode*, IODM). Dalam banyak pembahasan, kondisi SST ini sering juga disajikan dalam bentuk SST Anomali (SSTA).

Penelitian tentang hubungan antara kondisi curah hujan di Indonesia sebagai prediktor dengan Indeks Osilasi Selatan dan penyimpangan suhu permukaan laut Nino4 (5°N - 5°S 160°E - 150°W) sebagai prediktor pernah dilakukan (**Gunawan, Gravenhorst 2005**)⁵. Di mana kedua prediktor dimaksud memiliki korelasi yang tinggi dengan curah hujan di *maritime continent* Indonesia. Utamanya dalam periode musim kemarau antara Juli hingga Oktober.

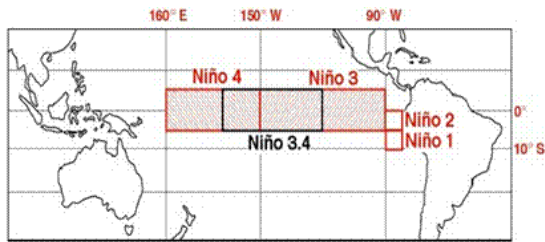
Kondisi musim di Indonesia berhubungan dengan fase Indeks Osilasi Selatan dan fenomena El Nino Southern Oscillation (ENSO) juga pernah dilakukan (**Boer 2005**)⁶ berkaitan dengan kegiatan aksi (operasional) di lapangan yang lebih bersifat antisipatif di mana kegiatan budidaya disesuaikan dengan hasil prakiraan musim di Indonesia.

Dalam penelitian ini, kondisi prediktor yang digunakan yakni Indonesia SSTA, Nino34 SSTA, dan IODM SSTA akan dievaluasi kontribusinya terhadap AMH dan PMH di daerah studi ZOM 126 Denpasar. Pendekatan yang digunakan adalah pengolahan data dengan cara statistik. Indonesia SST pada penelitian ini adalah SST kawasan tropis di wilayah Indonesia dan sekitarnya. Secara geografis luasan SST dimaksud meliputi wilayah (8°N - 12°S; 95° - 141°E). Indonesia SSTA dihitung berdasarkan pada nilai aktual SST dikurangi dengan nilai rerata jangka panjang SST pada luasan tersebut di atas. Gambaran tentang wilayah Indonesia SST dapat dilihat pada Gambar 1.1.



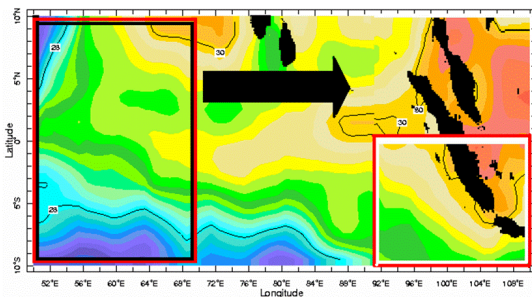
Gambar 1.1 Wilayah Suhu Permukaan Laut Wilayah Indonesia
(Sumber: <http://jra.kishou.go.jp>)⁷

Selanjutnya Nino34 SST adalah SST kawasan Samudera Pasifik Tropis bagian tengah dan timur (**Philander 1992**)⁸. Wilayah Nino34 didefinisikan sebagai luasan perairan (5°N - 5°S; 120° - 170° E). Nino3.4 SSTA dihitung berdasarkan pada nilai aktual SST dikurangi dengan nilai rerata jangka panjang SST pada luasan tersebut di atas. Gambaran tentang wilayah perairan Nino3.4 SST dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Wilayah Nino3.4 SST
(<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>.⁹)

IODM SST adalah SST kawasan tropis Samudera India. IODM SSTA didefinisikan sebagai perbedaan antara rerata SST luasan perairan Pantai Timur Afrika (10°N - 10°S; 50° - 70° E) dengan rerata SST luasan perairan sebelah barat Pulau Sumatera (0° - 10°S; 90° - 110°E). Gambaran tentang wilayah IODM SST dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Wilayah IODM SST
(Sumber: Sadji et.al. 1999¹⁰)

Berdasarkan pada kondisi Indonesia SSTA, Nino34 SSTA dan IODM SSTA tersebut di atas secara simultan dapat digunakan untuk mengetahui sejauh mana peranannya dalam menentukan AMH dan PMH di ZOM 126 Denpasar. Hubungan antara ketiga SSTA tersebut di atas terhadap AMH dan PMH ZOM 126 Denpasar inilah yang akan dikaji lebih lanjut dalam tulisan ini. Selain itu juga akan dikaji pula tentang penggunaan time lag SSTA terhadap AMH dan PMH di ZOM 126 Denpasar.

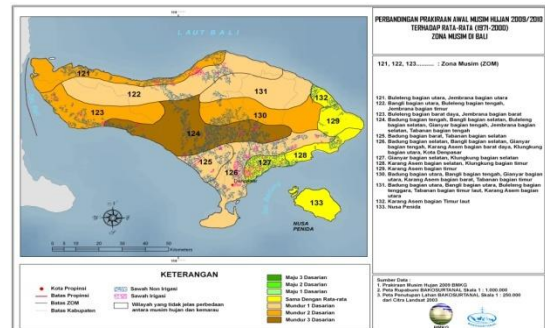
1.2 Tujuan

- Untuk mengetahui peranan nilai anomali SST terhadap kejadian Awal Musim Hujan (AMH) dan Panjang Musim Hujan (PMH) di ZOM 126 Denpasar.
- Untuk melakukan simulasi probabilitas maju-mundur AMH dan panjang-pendek PMH di ZOM 126 Denpasar.

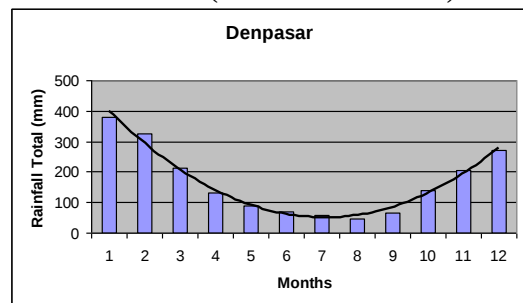
1.3 Daerah Studi

Daerah studi dalam penelitian ini dipilih ZOM 126 Denpasar (BMG 2008)¹¹. Lokasi ini meliputi antara lain wilayah kabupaten-kabupaten Badung bagian selatan, Bangli bagian selatan, Gianyar bagian tengah, Karangasem bagian baratdaya, Klungkung bagian utara, dan Kota Denpasar (Gambar 1.4). Lokasi ini dipandang dapat mewakili tempat-tempat dengan pola total hujan monsunial yang ada di wilayah Indonesia.

Pola total hujan bulanan monsunial memiliki ciri adanya satu puncak dan satu lembah hujan dalam satu tahun. Kadang disebut berbentuk huruf "V" (Tjasyono 1999)¹². Lembah hujan ini biasanya terjadi pada pertengahan tahun yang sedang berjalan seiring dengan terjadinya puncak Musim Kemarau. Sedangkan puncak hujan berlangsung bersamaan dengan terjadinya Musim Hujan. Selanjutnya gambaran tentang pola total hujan monsunial di ZOM 126 Denpasar dapat dilihat pada Gambar 1.2.



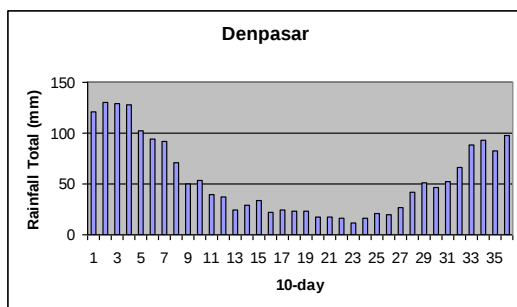
Gambar 1.4. Daerah studi ZOM 126 Denpasar dan sekitar (Sumber:BMG 2008¹¹)



Gambar 1.2. Pola hujan bulanan di ZOM 126 Denpasar (Sumber: BMG 2008¹¹)

Berdasarkan kriteria operasional yang digunakan oleh BMKG (**BMG 2008**)¹¹, yakni total hujan bulanan sebesar 150 mm atau lebih, maka pada lokasi Denpasar rerata panjang Musim Kemarau (MK) berlangsung selama 7 bulan dan panjang Musim Hujan (MH) berlangsung selama 5 bulan. Lembah total hujan bulanan pada umumnya berlangsung pada bulan Januari dan lembah total hujan bulanan pada umumnya berlangsung pada bulan Agustus (**Gambar 1.2**).

Kondisi rerata total hujan dasarian di ZOM 126 Denpasar dapat dilihat pada **Gambar 3.1**. AMK rerata di ZOM 126 Denpasar berlangsung di sekitar dasarian 11. Sementara itu AMH rerata di ZOM 126 Denpasar berlangsung di sekitar dasarian 29. Puncak total hujan dasarian mencapai < 150 mm/ dasarian (**Gambar 3.1**).



Gambar 3.1. Rerata total hujan dasarian di ZOM 126 Denpasar (Sumber: BMG 2008¹¹)

II. DATA DAN METODOLOGI

2.1 Data

2.1.1 Data total hujan dasarian hasil observasi stasiun digunakan dalam penentuan AMH. Series data yang digunakan untuk pengolahan data disiapkan sepanjang mungkin. Untuk lokasi ZOM 126 Denpasar terdapat data dari tahun 1974. Tahun terakhir simulasi prediksi probabilitas adalah data tahun 2008.

2.1.2 Data global untuk wilayah Indonesia yang digunakan dalam pengolahan data adalah data Indonesia SSTA. Data reanalysis JRA-25 ini diperoleh dari Japan Meteorological Agency (JMA), Tokyo, Jepang (<http://jra.kishou.go.jp>).⁷

2.1.3 Selanjutnya data global lain yang digunakan dalam pengolahan data adalah data Nino34 SSTA. Data ini diperoleh dari National Center for Environment Prediction (NCEP), Boulder, Colorado, USA (<http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov>).⁹

2.1.4 Data global IODM SSTA juga digunakan dalam pengolahan data. Data ini didapat dari Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Yokosuka, Jepang (<http://www.jamstec.go.jp>).¹³

2.2 Metodologi

Metodologi penelitian yang digunakan dalam tulisan ini adalah studi kasus dengan pendekatan statistik. Hal ini antara lain berkaitan dengan: (1) olahan data dalam series yang cukup panjang guna dapat mengetahui pengaruh ketiga SSTA tersebut di atas dengan AMH dan PMH di ZOM 126 Denpasar secara lebih konsisten serta (2) macam data utama yang digunakan dalam pengolahan. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah seperti berikut:

2.2.1 Menyiapkan data ke dalam format dasarian. Data dasarian ini disiapkan untuk seluruh series data yang tersedia, yakni ZOM 126 Denpasar (1974-2007).

2.2.2 Menentukan AMH dari series data total hujan dasarian yang bersangkutan dengan acuan 50 mm/ dasarian yang diikuti oleh minimal dua dasarian berturutan (**BMG 2008**)¹¹.

2.2.3 Berdasarkan pada (2.2.2) maka dapat dilakukan penentuan PMH. PMH berakhir saat total hujan dasarian telah mencapai kurang dari 50 mm/ dasarian yang diikuti oleh minimal dua dasarian berturutan.

2.2.4 Menghitung nilai rerata AMH dari series data tersedia.

2.2.5 Menghitung nilai regresi linear berganda (**Nazir 2003¹⁴**) antara AMH, Nino34 SSTA, IODM SSTA, dan Indonesia SSTA terhadap AMH dan PMH di ZOM 126 Denpasar untuk time lag 1, 2, dan 3 bulan ke depan dengan menggunakan spreadsheets operational (*tools, data analysis, regression*). Series data dengan hasil nilai koefisien determinasi R^2 tertinggi [**Yasrebi et al., 2009¹⁵**] dipandang dapat mewakili time lag signifikan untuk keperluan simulasi rediksi.

2.2.6 Untuk mengetahui keterkaitan simultan antar SSTA dengan AMH di ZOM 126 Denpasar, maka dilakukan plot $(x,y,z) = (\text{Nino34 SSTA, Indonesia SSTA, AMH})$ dan plot $(x,y,z) = (\text{IODM SSTA, Indonesia SSTA, AMH})$.

2.2.7 Untuk mengetahui keterkaitan simultan antar SSTA dengan PMH di ZOM 126 Denpasar, maka dilakukan plot $(x,y,z) = (\text{Nino3.4 SSTA, Indonesia SSTA, PMH})$ dan plot $(x,y,z) = (\text{IODM SSTA, Indonesia SSTA, PMH})$.

2.2.8 Untuk mengetahui maju-normal-mundur AMH dan memendek-normal-memanjang PMH di ZOM 126 Denpasar berkaitan dengan peranan SSTA ini, maka dilakukan simulasi prediksi probabilitas (**Boer 2006¹⁶**). Dasar pengolahan data dilakukan dengan asumsi bahwa setiap parameter yang digunakan untuk melakukan simulasi prediksi probabilitas ini mengikuti pola distribusi normal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rerata Awal Musim Hujan

Gambaran tentang kondisi rerata AMH di ZOM 126 Denpasar dapat dilihat pada Gambar 3.3. Berdasarkan pada series data 1971-2000, umumnya AMH di ZOM 126 Denpasar terjadi pada dasarian 29. AMH tercepat terjadi pada bulan Agustus D3 (bulan Agustus dasarian ketiga). Sementara itu AMK di ZOM 126 Denpasar pada umumnya terjadi pada D11. Dalam pengolahan data AMH dan PMH di ZOM 126 Denpasar ini tidak ditemui outlier yang memerlukan penanganan secara khusus. Semua series data digunakan dalam pengolahan.

3.2 Rerata Panjang Musim Hujan

Rerata PMH di ZOM 126 Denpasar berlangsung sekitar 19 dasarian, yakni dari dasarian 29 sampai dengan dasarian 46 atau dasarian 10 dalam tahun berikutnya. PMH terpanjang di ZOM 26 Denpasar berlangsung selama 28 dasarian, sementara itu PMH terpendek di ZOM 126 Denpasar berlangsung selama 9 dasarian. Rerata PMK di ZOM 126 Denpasar berlangsung selama 17 dasarian, yakni dari dasarian 11 sampai dengan dasarian 28. PMK terpanjang di ZOM 126 Denpasar berlangsung selama 27 dasarian, sementara itu PMK terpendek di ZOM Denpasar berlangsung selama 8 dasarian.

3.3 Nilai Regresi

Berdasarkan pada kejadian AMH tercepat di ZOM 126 Denpasar yang jatuh pada D24 (Agustus D3), untuk itu data Indonesia SSTA, Nino34 SSTA, dan IODM SSTA yang digunakan dalam analisis statistik untuk penghitungan nilai regresi multilinear disiapkan memiliki *time lag* 3 bulan (Mei), 2 bulan (Juni), dan 1 bulan (Juli). Penggunaan time lag ini berkaitan dengan perbedaan sifat fisis permukaan (bumi dan lautan) dalam hal menerima energi radiasi matahari dalam hubungannya dengan AMH yang terjadi di ZOM 126 Denpasar.

Untuk perhitungan statistik regresi berganda di atas sesuai dengan (2.2.5), maka hubungan antara nilai Indonesia SSTA, Nino34 SSTA, dan IODM SSTA disajikan dalam persamaan regresi berikut:

$$Y = a.X_1 + b.X_2 + c.X_3 + d$$

Dengan:

Y = Awal Musim Hujan (Dasarian ke);
a, b, c, d = konstanta;
 X_1 = Indonesia SSTA ($^{\circ}\text{C}$);
 X_2 = Nino3.4 SSTA ($^{\circ}\text{C}$); dan
 X_3 = IODM SSTA ($^{\circ}\text{C}$).

Sebelum pengolahan data dilakukan, maka semua nilai X_1 , X_2 , dan X_3 disusun berdasarkan pada *time lag* 3, 2, dan 1 bulan seperti tersebut di atas. Selanjutnya untuk setiap data X_1 , X_2 , dan X_3 dengan masing-masing *time lag* dilakukan pengolahan data statistik, maka diperoleh nilai koefisien determinasi R^2 seperti yang tertera pada tabel 1a.

Selanjutnya perwujudan persamaan regresi multilinear yang di dalamnya dimasukkan nilai Indonesia SSTA, Nino34 SSTA, dan IODM SSTA yang mengacu pada hasil R^2 terbaik diperoleh persamaan seperti berikut:

$$Y = -2,42213.X_1 + 0,99592.X_2 + 0,87636.X_3 + 30,6834$$

$$R^2 = 0,33$$

Seluruh hasil olahan statistik dari data Indonesia SSTA, Nino3.4 SSTA, dan IODM SSTA terhadap AMH di ZOM 126 Denpasar dengan *time lag* 3, 2, dan 1 bulan tersebut dapat dilihat pada tabel 1a. Selanjutnya hasil olahan statistik dengan nilai prediktor yang sama dilakukan pada PMH di ZOM 126 Denpasar. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 1b.

Tabel 1a. Nilai R^2 untuk AMH dengan *time lag* 3, 2, dan 1 bulan di ZOM 126 Denpasar (Sumber: Pengolahan Data)

Time Lag	Bulan	R^2
3	Mei	0.18
2	Jun	0.26
1	Jul	0.33

Berdasarkan pada tabel 1a menunjukkan bahwa diperoleh nilai koefisien determinasi R^2 terbaik sebesar 0.33 yang jatuh pada bulan Juli. Untuk itu nilai signifikan data terbaik sebagai prediktor dari Indonesia SSTA, Nino3.4 SSTA, dan IODM SSTA untuk AMH di ZOM 126 Denpasar memiliki *time lag* 1 bulan (Juli) untuk simulasi prediksi ke depan. Dalam pengolahan data selanjutnya untuk simulasi prediksi AMH di ZOM 126 Denpasar akan digunakan data bulan Juli sebagai acuan.

Tabel 1b. Nilai R^2 untuk PMH dengan *time lag* 3, 2, dan 1 bulan di ZOM 126 Denpasar (Sumber: Pengolahan Data)

Time Lag	Bulan	R^2
3	Mei	0.11
2	Jun	0.12
1	Jul	0.11

Kemudian untuk PMH di ZOM 126 Denpasar juga dapat ditentukan berdasarkan pada hasil olahan statistik di mana R^2 terbaik dengan nilai 0.12 didapat untuk bulan Juni. Berarti nilai signifikan untuk simulasi prediksi PMH di ZOM 126 Denpasar dapat ditentukan dengan *time lag* 2 bulan ke depan (Tabel 1b). Dalam pengolahan data selanjutnya untuk PMH di ZOM 126 Denpasar, maka data bulan Juni akan digunakan sebagai acuan simulasi prediksi.

3.4 Hubungan El Nino, La Nina, dan IODM Dengan AMH dan PMH

Kaitan antara AMH dan PMH di ZOM 126 Denpasar dengan kondisi Indonesia SSTA (kondisi positif maupun negatif), Nino3.4 SSTA (kondisi El Nino maupun La Nina), dan IODM SSTA (kondisi positif maupun negatif) dilakukan dengan cara melakukan perajahan 3D (Indonesia SSTA, Nino3.4 SSTA, AMH), (Indonesia SSTA, IODM SSTA, AMH). Hasilnya disajikan pada gambar-gambar berikut.

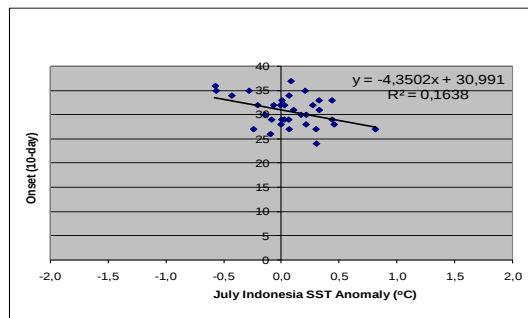
3.4.1 Hubungan Dengan AMH

Untuk ZOM 126 Denpasar, hubungan antara AMH dengan masing-masing nilai Indonesia SSTA, Nino3.4 SSTA, dan IODM SSTA bulan Juli disajikan pada gambar 4. Adapun persamaan-persamaan yang terbentuk dalam hubungan tersebut di atas dapat dilihat seperti berikut:

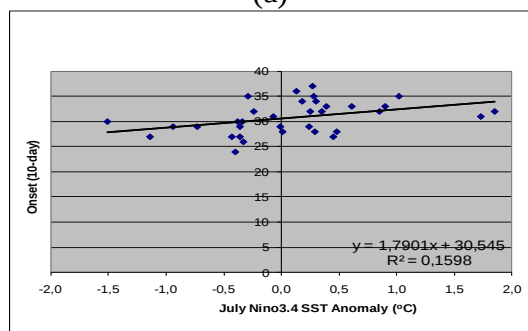
(a) Hubungan antara AMH di ZOM 126 Denpasar (Y) dengan nilai Indonesia SSTA bulan Juli (X) terlihat pada gambar 4(a) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

$$Y = -4,3502.X + 30,991$$

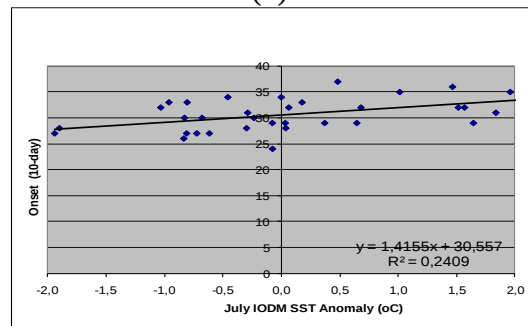
$$R^2 = 0,16$$



(a)



(b)



(c)

Gambar 4a. Hubungan (a) Indonesia SSTA, (b) Nino3.4 SSTA, dan (c) IODM SSTA masing-masing dengan AMH di ZOM 126 Denpasar untuk acuan data bulan Juli (Sumber: Pengolahan Data)

(b) Hubungan antara AMH di ZOM 126 Denpasar (Y) dengan nilai Nino3.4 SSTA bulan Juli (X) disajikan pada gambar 4(b) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

$$Y = 1,7901.X + 30,545$$

$$R^2 = 0,16$$

(c) Hubungan antara AMH di ZOM 126 Denpasar (Y) dengan nilai IODM SSTA bulan Juli (X) tampak pada gambar 4(c) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

$$Y = 1,4155.X + 30,557$$

$$R^2 = 0,24$$

Berdasarkan pada informasi yang diperoleh dari gambar 4, maka AMH di Denpasar akan mengalami maju bila Indonesia SSTA bernilai positif, Nino3.4 SSTA bernilai negatif, dan IODM SSTA bernilai negatif.

3.4.2 Hubungan Dengan PMH

Untuk ZOM 126 Denpasar, hubungan antara PMH dengan masing-masing nilai Indonesia SSTA, Nino3.4 SSTA, dan IODM SSTA bulan Juni disajikan pada gambar 5. Adapun persamaan-persamaan yang terbentuk dalam hubungan tersebut di atas dapat dilihat seperti berikut:

(a) Hubungan antara PMH di ZOM 126 Denpasar (Y) dengan nilai Indonesia SSTA bulan Juni (X) dapat dilihat pada gambar 5(a) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

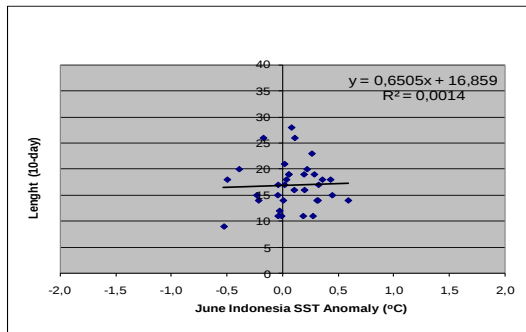
$$Y = 0,6505.X + 16,859$$

$$R^2 = 0,00$$

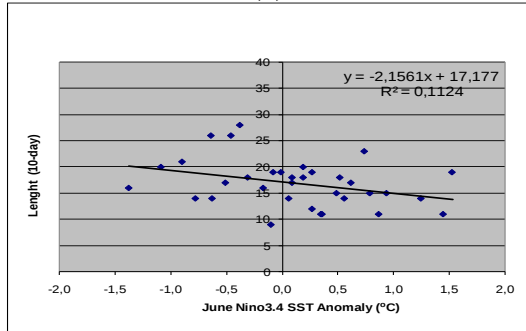
(b) Hubungan antara PMH di ZOM 126 Denpasar (Y) dengan nilai Nino3.4 SSTA bulan Juni (X) yang terdapat pada gambar 5(b) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

$$Y = -2,1561.X + 17,177$$

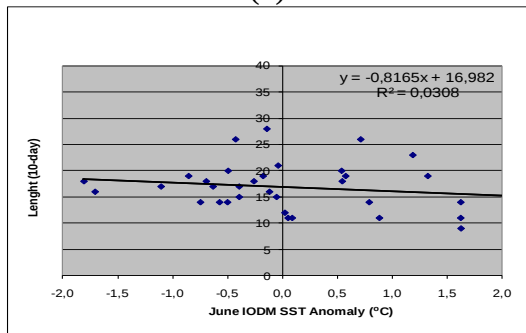
$$R^2 = 0,11$$



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Hubungan (a) Indonesia SSTA, (b) Nino3.4 SSTA, dan (c) IODM SSTA masing-masing dengan PMH di ZOM 126 Denpasar untuk acuan data bulan Juni (Sumber: Pengolahan Data)

(c) Hubungan antara PMH di ZOM 126 Denpasar (Y) dengan nilai IODM SSTA bulan Juni (X) yang ada pada gambar 5(c) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

$$Y = -0,8165.X + 16,982$$

$$R^2 = 0,03$$

Berdasarkan pada informasi yang diperoleh dari gambar 5, maka PMH di ZOM 126 Denpasar akan

memendek bila Indonesia SSTA bernilai negatif, Nino3.4 SSTA bernilai positif, dan IODM SSTA bernilai positif.

3.5 Simulasi Prediksi Probabilitas

Besarnya nilai prosentase probabilitas maju-normal-mundur AMK dan pendek-normal-panjang PMK di ZOM 126 Denpasar disajikan pada tabel-tabel berikut.

3.5.1 Pengaruh Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA Terhadap AMH

Untuk mengetahui seberapa besar kaitan antara Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA dengan AMH di ZOM 126 Denpasar, maka dilakukan simulasi prediksi probabilitas. Dalam keadaan ini diasumsikan bahwa AMH di ZOM 126 Denpasar hanya dipengaruhi oleh kondisi Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA. Akibatnya nilai IODM SSTA ditentukan 0 °C. Sedangkan nilai Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA disimulasikan sebagai -1 °C, 0 °C, dan +1 °C dengan cara kombinasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.

Simulasi probabilitas AMH di ZOM 126 Denpasar (Tabel 3a) terhadap kondisi Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA bulan Juli menunjukkan sebagai berikut:

(a) Untuk Nino3.4 SST Anomali bernilai positif, maka kondisi AMH di ZOM 126 Denpasar mengalami mundur jika Indonesia SSTA bernilai negatif (97%) dan bernilai nol (96%). Kondisi AMH tersebut mengalami normal jika Indonesia SSTA bernilai positif.

(b) Untuk Nino3.4 SSTA bernilai nol, maka kondisi AMH di ZOM 126 Denpasar mengalami mundur jika Indonesia SSTA bernilai negatif (93%) dan bernilai nol (100%) maupun bernilai positif (93%).

(c) Untuk Nino3.4 SSTA bernilai negatif, maka kondisi AMH di ZOM 126 Denpasar mengalami mundur jika Indonesia SSTA bernilai negatif (82%), normal jika Indonesia SSTA bernilai nol (82%), dan maju jika Indonesia SSTA bernilai positif (66%).

Berdasarkan asumsi bahwa IODM SSTA bernilai nol (tabel 3), maka AMH di ZOM 126 Denpasar memiliki probabilitas besar untuk mengalami kondisi mundur untuk Indonesia SSTA bernilai negatif dan nol. Sementara itu AMH di ZOM 126 Denpasar memiliki probabilitas besar untuk mengalami kondisi maju jika kondisi Nino3.4 SSTA bernilai negatif dengan kondisi Indonesia SSTA bernilai positif.

Tabel 3. Simulasi Probabilitas AMH di ZOM 126 Denpasar Terkait Kondisi Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA (Sumber: Pengolahan Data)

Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	+1	+1	+1
IODM (°C)	0	0	0
Maju (%)	0	0	27
Normal (%)	3	4	45
Mundur (%)	97	96	28
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	0	0	0
Maju (%)	0	0	0
Normal (%)	7	0	7
Mundur (%)	93	100	93
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	-1	-1	-1
IODM (°C)	0	0	0
Maju (%)	2	2	66
Normal (%)	16	82	30
Mundur (%)	82	16	4

3.5.2 Pengaruh Indonesia SSTA dan IODM SSTA Terhadap AMH

Untuk mengetahui seberapa besar kaitan antara Indonesia SSTA dan IODM SSTA dengan AMH di ZOM 126 Denpasar, maka dilakukan simulasi prediksi probabilitas. Dalam keadaan ini diasumsikan AMH di ZOM 126 Denpasar hanya dipengaruhi oleh kondisi Indonesia SSTA dan IODM SSTA. Akibatnya nilai Nino3.4 SSTA

ditentukan 0 °C. Sedangkan nilai Indonesia SSTA dan IODM SSTA disimulasikan sebagai -1 °C, 0 °C, dan +1 °C dengan cara kombinasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Simulasi Probabilitas AMH di ZOM 126 Denpasar Terkait Kondisi Indonesia SSTA dan IODM SSTA (Sumber: Pengolahan Data)

Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	+1	+1	+1
Maju (%)	0	0	29
Normal (%)	25	2	40
Mundur (%)	75	98	31
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	0	0	0
Maju (%)	0	0	44
Normal (%)	90	0	44
Mundur (%)	10	100	12
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	-1	-1	-1
Maju (%)	5	0	63
Normal (%)	95	100	32
Mundur (%)	0	0	5

(a) Untuk IODM SSTA bernilai positif, maka hasil simulasi probabilitas AMH di ZOM 126 Denpasar mengalami mundur jika Indonesia SSTA bernilai negatif (75%) dan bernilai nol (98%). Untuk Indonesia SSTA bernilai positif, maka AMH di ZOM 126 Denpasar mengalami normal (40%).

(b) Untuk IODM SSTA bernilai nol, maka AMH di ZOM 126 Denpasar mengalami normal jika Indonesia SSTA bernilai negatif (90%), mundur jika Indonesia SSTA bernilai nol (100%), serta maju dan normal jika Indonesia SSTA bernilai positif (44%).

(c) Untuk IODM SSTA bernilai negatif, maka AMH di ZOM 126 Denpasar mengalami normal jika Indonesia SSTA bernilai negatif (95%) dan nol (100%).

Untuk Indonesia SSTA bernilai positif, maka AMH di ZOM 126 Denpasar mengalami maju (63%).

Berdasarkan pada asumsi Nino3.4 SSTA bernilai nol (tabel 4), AMH di ZOM 126 Denpasar memiliki probabilitas untuk mengalami kondisi mundur untuk Indonesia SSTA bernilai negatif dan nol. Sementara itu AMH di ZOM 126 Denpasar mengalami kondisi maju jika Indonesia SSTA bernilai positif.

3.5.3 Pengaruh Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA Terhadap PMH

Untuk mengetahui seberapa besar hubungan antara Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA dengan PMH di ZOM 126 Denpasar, maka dilakukan simulasi prediksi probabilitas. Dalam kondisi ini diasumsikan PMH di ZOM 126 Denpasar hanya dipengaruhi oleh kondisi Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA. Sehingga nilai IODM SSTA ditentukan 0 °C. Sedangkan nilai Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA disimulasikan sebagai -1 °C, 0 °C, dan +1 °C dengan cara kombinasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 5a.

(a) Untuk Nino3.4 SSTA bernilai positif, maka PMH di ZOM 126 Denpasar mengalami memendek jika Indonesia SSTA bernilai negative (74%) dan bernilai nol (82%). Sementara itu PMH di ZOM 126 Denpasar mengalami memanjang jika Indonesia SST Anomali bernilai positif (46%).

(b) Untuk Nino3.4 SSTA bernilai nol, maka PMH di ZOM 126 Denpasar mengalami memendek jika Indonesia SSTA bernilai negative (54%), normal jika Indonesia SSTA bernilai nol (100%), dan memanjang jika Indonesia SSTA bernilai positif (57%).

(c) Untuk Nino3.4 SSTA bernilai negative, maka PMH di ZOM 126 Denpasar mengalami memanjang jika Indonesia SST Anomali bernilai negative (48%), bernilai nol(84%), dan bernilai positif (77%).

Tabel 5a. Simulasi Probabilitas PMH di ZOM 126 Denpasar Berkaitan Dengan Kondisi Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA (Sumber: Pengolahan Data)

Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	+1	+1	+1
IODM (°C)	0	0	0
Memendek (%)	74	82	46
Normal (%)	14	18	28
Memanjang (%)	12	0	26
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	0	0	0
Memendek (%)	54	0	24
Normal (%)	25	100	19
Memanjang (%)	21	0	57
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	-1	-1	-1
IODM (°C)	0	0	0
Memendek (%)	28	1	7
Normal (%)	24	15	16
Memanjang (%)	48	84	77

Berdasarkan asumsi IODM SSTA bernilai nol, maka PMH di ZOM 126 Denpasar mengalami kondisi memendek jika Nino3.4 SSTA bernilai positif. Sementara terjadi sebaliknya jika Nino3.4 SSTA bernilai negative.

3.5.4 Pengaruh Indonesia SSTA dan IODM SSTA Terhadap PMH

Untuk mengetahui seberapa besar kaitan antara Indonesia SSTA dan IODM SSTA dengan PMH di ZOM 126 Denpasar, maka dilakukan simulasi prediksi probabilitas. Dalam kondisi ini diasumsikan PMH di ZOM 126 Denpasar hanya dipengaruhi oleh kondisi Indonesia SSTA dan IODM SSTA. Akibatnya nilai Nino3.4 SSTA ditentukan 0 °C. Sedangkan nilai Indonesia SSTA dan IODM SSTA disimulasikan sebagai -1 °C, 0 °C, dan +1 °C dengan cara kombinasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

(a) Untuk IODM SSTA bernilai positif, maka PMH di ZOM 126 Denpasar mengalami memendek jika Indonesia SST Anomali bernilai negatif (58%), normal jika Indonesia SST bernilai nol (78%), dan memanjang jika Indonesia SST bernilai positif (48%).

(b) Untuk IODM SSTA bernilai nol, maka PMH di ZOM 126 Denpasar mengalami memendek jika Indonesia SST bernilai negatif (55%), normal jika Indonesia SST bernilai nol (100%), dan memanjang jika Indonesia SST bernilai positif (53%).

(c) Untuk IODM SSTA bernilai negatif, maka PMH di ZOM 126 Denpasar mengalami memendek jika Indonesia SST bernilai negatif (52%), normal jika Indonesia SST bernilai nol (80%), dan memanjang jika Indonesia SST bernilai positif (51%).

Tabel 6. Simulasi Probabilitas PMH di ZOM 126 Denpasar Berkaitan Dengan Kondisi Indonesia SSTA dan IODM SSTA (Sumber: Pengolahan Data)

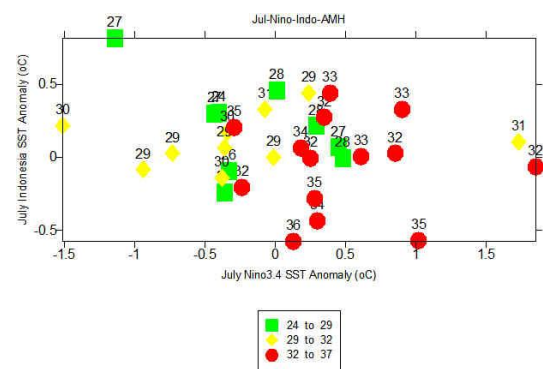
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	+1	+1	+1
Memendek (%)	58	17	27
Normal (%)	24	78	25
Memanjang (%)	18	5	48
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	0	0	0
Memendek (%)	55	0	23
Normal (%)	25	100	24
Memanjang (%)	20	0	53
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	-1	-1	-1
Memendek (%)	52	9	22
Normal (%)	25	80	27
Memanjang (%)	23	11	51

Berdasarkan pada asumsi bahwa Nino3.4 SSTA bernilai nol, maka PMH di ZOM 126 Denpasar mengalami probabilitas kondisi memendek untuk Indonesia SSTA bernilai negatif, normal untuk Indonesia SST bernilai nol, dan memanjang jika Indonesia SSTA bernilai positif.

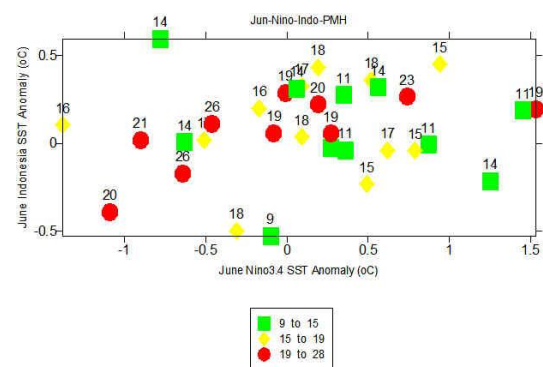
3.6 Maju-Mundur AMH dan Panjang-Pendek PMH

3.6.1 Pengaruh Nino3.4 SSTA dan Indonesia SSTA Terhadap AMH

Hasil plot AMH di ZOM 126 Denpasar (gambar 6a) terkait kondisi Indonesia SSTA dan Nino3.4 SSTA menunjukkan bahwa pada umumnya AMH berlangsung maju untuk kondisi Indonesia SSTA positif dan Nino3.4 SSTA bernilai negative. Sebaliknya AMH di ZOM 126 Denpasar pada umumnya berlangsung mundur jika Indonesia SSTA bernilai negative dan Nino3.4 SSTA bernilai positif.



Gambar 6a Plot hubungan antara Nino3.4 SSTA dan Indonesia SSTA dengan (a) AMH dan (b) PMH di ZOM 126 Denpasar (Sumber: Pengolahan Data)



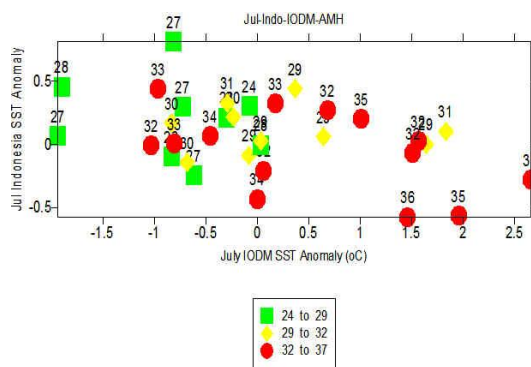
Gambar 6b Plot hubungan antara Nino3.4 SSTA dan Indonesia SSTA dengan (a) AMH dan (b) PMH di ZOM 126 Denpasar (Sumber: Pengolahan Data)

PMH di Denpasar (gambar 6b) pada umumnya berlangsung memendek saat

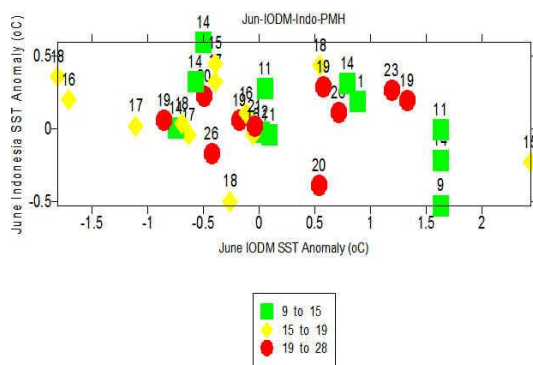
Nino3.4 SSTA bernilai positif dan memanjang saat Nino3.4 SSTA bernilai negatif.

3.6.2 Pengaruh IODM SSTA dan Indonesia SSTA Terhadap PMH

Pada umumnya AMH di ZOM 126 Denpasar (gambar 7a) berlangsung mundur saat IODM SSTA bernilai positif dan sebaliknya akan maju jika IODM SSTA bernilai negative. Sementara itu PMH di ZOM 126 Denpasar (gambar 7b) berlangsung memendek pada saat kondisi IODM SSTA bernilai positif. PMH berlangsung memanjang dan normal pada kondisi IODM SSTA yang lain.



Gambar 7a Plot hubungan antara IODM SSTA dan Indonesia SSTA dengan (a) AMH dan (b) PMH di ZOM 126 Denpasar (Sumber: Pengolahan Data)



Gambar 7b Plot hubungan antara IODM SSTA dan Indonesia SSTA dengan (a) AMH dan (b) PMH di ZOM 126 Denpasar (Sumber: Pengolahan Data)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada uraian yang ada dalam bab-bab terdahulu dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

4.1 Secara umum kondisi Indonesia SSTA sangat berperan terhadap AMH dan PMH di ZOM 126 Denpasar khususnya pada saat kondisi Nino34 SSTA dan IODM SSTA dalam keadaan lemah.

4.2 Kondisi Nino3.4 SSTA dan IODM SSTA juga memiliki pengaruh kuat terhadap AMH dan PMH di ZOM 126 Denpasar pada saat kondisi kedua SSTA tersebut kuat.

4.3 Simulasi prediksi probabilitas dapat digunakan sebagai bahan rujukan untuk memahami peranan SSTA global dan regional terhadap AMH dan PMH untuk skala lokal seperti ZOM 126 Denpasar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- ¹ Ramage C.S. 1971. *Monsoon Meteorology*. Academic Press Inc., International Geophysics Series, Vol. 15.
- ² Wirjohamidjojo, S. 1995. *Pokok-pokok Meteorologi Tropis*. Jakarta: Kursus Meteorologi Modifikasi Cuaca, Kerjasama UI – BPPT.
- ³ Swarinoto Y.S. 2001. *Downscaling of wind and precipitation over Indonesia*. Report of intensive course on dynamical downscaling of seasonal to interannual climate prediction. Ward M.N. & Sun L. (Ed.). The International Research Institute for Climate and Society, Palisades, New York, UAS, hal.85-101.
- ⁴ Ward N. 2000. *Forecasting technical issues*. Review of Regional Climate Outlook Forums, Pretoria, South Africa, 11 hal.

- ⁵ Gunawan D., Gravenhorst G. 2005. *Correlation Between ENSO Indices and Indonesian Precipitation*. J. Met. Geo. Vol. 6 No. 4 Desember 2005, ISBN 1411-3082, hal. 54-62.
- ⁶ Boer R. 2005. *Pendekatan Strategis, Taktis, dan Operasional Dalam Mengurangi Resiko Iklim di Kupang Nusa Tenggara Timur*. Paper disajikan dalam seminar 'Pelebagaan Pemanfaatan Informasi Ramalan Iklim Untuk Mengatasi Dampak Bencana Iklim', CARE International bekerjasama dengan PEMDA Provinsi Kupang, 21-22 Juni 2005, 14 hal.
- ⁷ <http://jra.kishou.go.jp>. *Japan Reanalysis 25 Years (JRA-25)*. Akses 16 November 2009.
- ⁸ Philander S.G. 1992. *El Nino, La Nina, and Southern Oscillation*. Academic Press Inc., San diego, California, USA.
- ⁹ <http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov>. *Nino Indices*. Akses 16 November 2009.
- ¹⁰ Saji N.H., Goswami B.N, Vinayachandran, P.N., & Yamagata T. 1999. *A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean*. Nature, 401, hl. 360-363.
- ¹¹ BMG 2008. *Prakiraan musim hujan 2008/2009 di Indonesia*. Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta, 92 hal.
- ¹² Tjasyono B. 1999. *Klimatologi umum*. Penerbit ITB Bandung, 317 hal, ISBN 979-8591-86-0.
- ¹³ <http://www.jamstec.go.jp>. *Indian Ocean Dipole Mode (IODM) Indices*. Akses 16 November 2009.
- ¹⁴ Nazir M. 2003. *Metode Penelitian*. Penerbit PT Ghalia Indonesia, Jakarta, 544 hal.
- ¹⁵ Yasrebi J., Saffari M., Fathi H., Karimian N., Moalzallahi M., Gazni R. 2009. *Evaluation and Comparation of Ordinary Krigging and Inverse Distance Weighting Methods for Prediction of Spatial Variability of Some Soil Chemical Parameters*. ISSN: 1815-8846. Res. J. Biol. Sci., 4(1): 93 – 102.
- ¹⁶ Boer R. 2006. *Metode untuk mengevaluasi keandalan model prakiraan musim*. Pelatihan Downscaling Model, Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta, 9 hal.