

SIMULASI PREDIKSI PROBABILITAS
AWAL MUSIM HUJAN DAN PANJANG MUSIM HUJAN DI AMBON

Yunus S. Swarinoto

Peneliti Madya Bidang Klimatologi
Kepala Bidang Manajemen Database
Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, JAKARTA
e-mail: yunusbmgk@live.com

Erwin E.S. Makmur

Kepala Subbidang Peringatan Dini Iklim
Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, JAKARTA
e-mail: erwin_makmur@yahoo.com

ABSTRAK

Simulasi prediksi probabilitas Awal Musim Hujan (AMH) dan Panjang Musim Hujan (PMH) telah dicoba dilakukan untuk lokasi Ambon. Lokasi ini dipilih untuk mewakili tempat-tempat yang mempunyai pola curah hujan dasarian maupun bulanan yang berlawanan dengan pola musonal. Dikatakan bahwa Ambon memiliki pola hujan anti-musonal (lokal). Kejadian puncak curah hujan berlangsung di sekitar pertengahan tahun berjalan. AMH di Ambon tercepat terjadi dalam Bulan Maret Dasarian 1. Simulasi prediksi probabilitas ini dihitung berdasarkan pada kondisi Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan Anomali SST IODM. Time lag 3, 2, dan 1 bulan digunakan pada data dasarian awal yang diolah. Data dengan time lag 1 bulan (Desember) memiliki nilai R^2 terbaik terhadap kondisi AMH di Ambon selanjutnya digunakan dalam menentukan simulasi prediksi probabilitas AMH dan PMH. Hasil menunjukkan bahwa kondisi Anomali SST Indonesia sangat berperan dalam menentukan besarnya nilai probabilitas maju-mundur AMH dan panjang-pendek PMH di Ambon. Sementara itu kondisi Anomali SST Nino3.4 dan Anomali SST IODM secara simultan juga memiliki peran terhadap AMH dan PMH di Ambon, walaupun tidak sebesar peran Anomali SST Indonesia.

Kata Kunci: bulanan, dasarian, hujan, prediksi, probabilitas, simulasi

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pemodelan numerik, maka fenomena atmosfer skala global memiliki kaitan erat dengan sirkulasi atmosfer skala yang lebih kecil. Kondisi ini telah banyak dibuktikan oleh

keandalan Model Atmospheric Global Circulation Model (AGCM) dalam melakukan *forcing* kepada sirkulasi atmosfer berskala regional maupun lokal (Swarinoto 2001). Hal ini diwujudkan dalam bentuk keandalan berbagai jenis AGCM dalam melakukan simulasi prediksi unsur iklim.

Sirkulasi atmosfer skala global memiliki dinamika yang jelas karena dipicu oleh kondisi Suhu Muka Laut (*Sea Surface Temperature*, SST) skala global (**Ward 2002**). Selanjutnya sirkulasi atmosfer skala global ini berinteraksi dengan sirkulasi atmosfer skala yang lain yang relatif lebih kecil, seperti sirkulasi skala lokal, skala meso, maupun skala regional (**Wirjohamidjojo 1995**). Keadaan ini juga dialami oleh wilayah tropis *maritime continent* Indonesia (**Ramage 1971**).

Dalam kajian ini akan digunakan 3 (tiga) wilayah SST yang ditengarai memiliki kaitan erat dengan sirkulasi atmosfer skala meso dan skala lokal di wilayah *maritime continent* Indonesia, yakni: Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan Anomali SST Samudera India (*Indian Ocean Dipole Mode*, IODM).

Di dalam penerapan lapang, kondisi SST di tiga wilayah tersebut di atas sering diwujudkan dalam bentuk nilai anomali. Nilai anomali SST Indonesia dan Anomali SST Nino3.4 (**Philander 1992**) dihitung berdasarkan hasil pengurangan antara nilai SST aktual dengan nilai SST rerata tempat yang bersangkutan. Persamaan yang digunakan ditulis seperti berikut:

$$\Delta SST = SSTa - SSTm \quad (1)$$

Dengan:

ΔSST = nilai anomali SST pada tempat yang bersangkutan ($^{\circ}C$);

$SSTa$ = nilai SST aktual pada tempat yang bersangkutan ($^{\circ}C$);

$SSTm$ = nilai SST mean (dari series data yang relatif panjang) pada tempat yang bersangkutan ($^{\circ}C$).

Jika anomali SST bernilai positif, maka nilai aktual SST berharga lebih tinggi daripada nilai rerata SST tempat yang bersangkutan. Sebaliknya jika anomali SST bernilai negatif, maka nilai SST aktual suatu tempat berada di posisi yang lebih rendah daripada nilai SST reratanya.

Untuk Anomali SST IODM (**Saji, Goswami, Vinayachandran, Yamagata, 1999**) dihitung berdasarkan pada persamaan berikut:

$$\Delta SST \text{ IODM} = SSTmW - SSTmE \quad (2)$$

Dengan:

$\Delta SST \text{ IODM}$ = nilai anomali SST IODM ($^{\circ}C$);

$SSTmW$ = nilai rerata SST west box ($10^{\circ}N - 10^{\circ}S$; $50^{\circ} - 70^{\circ}E$) ($^{\circ}C$);

$SSTmE$ = nilai rerata SST east box ($0^{\circ} - 10^{\circ}S$; $90^{\circ} - 110^{\circ}E$) ($^{\circ}C$).

Jika $\Delta SST \text{ IODM}$ bernilai positif, berarti SST di perairan sebelah timur Benua Afrika memiliki kondisi yang relatif lebih panas daripada SST di sebelah barat Pulau Sumatera. Akibatnya pertumbuhan awan akan lebih banyak berpeluang terjadi di Pantai timur Benua Afrika ini. Sebaliknya di wilayah Indonesia bagian barat bersifat subsidensi sehingga memiliki peluang yang relatif lebih kecil untuk pertumbuhan awan. Demikian sebaliknya jika kondisi SST di sebelah barat Pulau Sumatera lebih tinggi daripada SST di perairan sebelah timur

Benua Afrika. Peluang pertumbuhan awan juga berbalik. Relatif lebih banyak di atas perairan Indonesia sebelah barat Pulau Sumatera ketimbang di perairan sebelah timur Benua Afrika.

1.2 Tujuan

(a) Untuk mengetahui peranan nilai anomali SST terhadap AMH dan PMH di Ambon. Anomali SST dimaksud adalah: Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan Anomali SST IODM.

(b) Untuk melakukan simulasi probabilitas maju-mundur AMH dan panjang-pendek PMH di Ambon berkaitan dengan kondisi SST pada poin (a) tersebut.

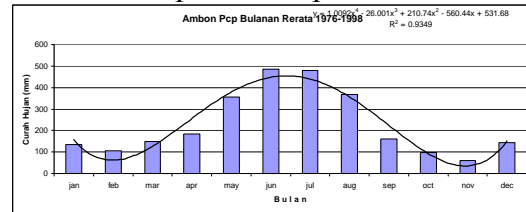
1.3 Daerah Studi

Daerah studi dalam penelitian ini dipilih Ambon. Lokasi ini dipandang dapat mewakili tempat-tempat di wilayah Indonesia yang memiliki pola total hujan dasarian (Gambar 2) dan pola total hujan bulanan berpola anti-monsunal atau disebut pula sebagai pola total hujan lokal (Gambar 1).

1.4 Pola Total Hujan

Pola total hujan bulanan anti-monsunal dicirikan dengan adanya satu puncak total hujan bulanan yang terjadi di sekitar pertengahan tahun (sekitar Bulan Juni). Artinya, pada saat daerah lain dengan pola total hujan monsunal mencapai lembah, maka sebaliknya pola total hujan anti-monsunal mencapai puncak. Puncak total hujan bulanan tercapai bersamaan pada puncak Musim Hujan yang berlangsung di sekitar pertengahan tahun yang sedang berjalan.

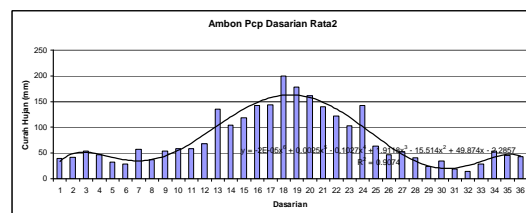
Pola total hujan bulanan anti-monsunal di Ambon dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola hujan bulanan di Ambon, MK 6 bulan, MH 6 bulan (Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan kriteria operasional yang digunakan oleh BMKG, yakni total hujan bulanan sebesar 150 mm atau lebih, maka pada lokasi Ambon rerata panjang Musim Kemarau (MK) berlangsung selama 6 bulan dan panjang Musim Hujan (MH) juga berlangsung selama 6 bulan. Puncak total hujan bulanan pada umumnya berlangsung dalam bulan Juni dan lembah total hujan bulanan pada umumnya berlangsung pada bulan November (Gambar 1).

Sementara itu total hujan dasarian pola anti-monsunal yang dialami Ambon dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan pada kriteria operasional yang digunakan oleh BMKG 50 mm/dasarian diikuti oleh minimal dua dasarian berturut-turut, maka AMH rerata di Ambon terjadi pada dasarian 9 dan rerata berakhir pada dasarian 27. PMH rerata di Ambon berlangsung selama 19 dasarian, sedangkan PMK di Ambon berlangsung selama 17 dasarian.



Gambar 2. Pola hujan dasarian di Ambon, MH 19 dasarian, MK 17 dasarian (Sumber: Pengolahan Data)

2. DATA DAN METODOLOGI

2.1 Data

2.1.1 Data Observasi Stasiun

Data total hujan dasarian digunakan dalam penentuan AMH. Dalam satu tahun kalender terbagi ke dalam 36 dasarian. Dasarian pertama mencatat total hujan dari tanggal 1 hingga tanggal 10 bulan yang bersangkutan. Dasarian kedua mencatat total hujan dari tanggal 11 hingga 20 pada bulan yang bersangkutan. Selanjutnya dasarian ketiga mencatat total hujan dari tanggal 21 hingga akhir bulan (**BMG 2008**). Dasarian ketiga dapat bervariasi. Ada yang mencatat total hujan sebanyak 8 hingga 9 hari, ada pula yang mencatat total hujan selama 10 atau 11 hari. Hal ini bergantung kepada jumlah hari dalam bulan yang bersangkutan.

Series data yang digunakan untuk pengolahan data disiapkan sepanjang mungkin. Untuk lokasi Ambon digunakan data dari tahun 1976. Tahun terakhir simulasi prediksi probabilitas digunakan data tahun 1999. Hal ini bergantung pada ketersediaan data yang diperoleh dari sumber data dengan kualitas yang baik.

2.1.2 Data Global

Data global untuk wilayah Indonesia yang digunakan dalam kajian ini adalah data Anomali SST Indonesia. Anomali SST Indonesia diturunkan dari data reanalysis JRA-25 yang diperoleh dari Japan Meteorological Agency (JMA), Tokyo, Jepang (<http://jra.kishou.go.jp>). Indonesia SST merupakan SST kawasan tropis di wilayah Indonesia dan

sekitarnya. Luasan SST dimaksud meliputi wilayah ($8^{\circ}\text{N} - 12^{\circ}\text{S}$; $95^{\circ} - 141^{\circ}\text{E}$).

Selanjutnya data global lain yang digunakan dalam pengolahan data adalah data Anomali SST Nino3.4. Data ini diperoleh dari National Center for Environment Prediction (NCEP), Boulder, Colorado, USA (<http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov>). Nino3.4 SST merupakan SST kawasan Samudera Pasifik Tropis bagian tengah dan timur (**Philander 1992**). Wilayah Nino3.4 didefinisikan sebagai luasan perairan ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$; $120^{\circ} - 170^{\circ}\text{E}$).

Lebih lanjut data global Anomali SST IODM juga digunakan dalam kajian ini. Data ini didapat dari Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Yokosuka, Jepang (<http://www.jamstec.go.jp>). Anomali SST IODM merupakan SST kawasan tropis Samudera India. Anomali SST IODM ini didefinisikan sebagai perbedaan antara rerata SST luasan perairan Pantai Timur Afrika ($10^{\circ}\text{N} - 10^{\circ}\text{S}$; $50^{\circ} - 70^{\circ}\text{E}$) dengan rerata SST luasan perairan sebelah barat Pulau Sumatera ($0^{\circ} - 10^{\circ}\text{S}$; $90^{\circ} - 110^{\circ}\text{E}$).

2.2 Metodologi

2.2.1 Membagi data total hujan harian hasil observasi selama satu tahun ke dalam format dasarian. Dalam satu tahun data series terdapat 36 dasarian. Data dasarian ini disiapkan untuk seluruh series data yang tersedia, yakni Ambon (1976-1998).

2.2.2 Menentukan AMH dari series data total hujan dasarian di masing-masing lokasi yang bersangkutan dengan acuan 50 mm/ dasarian yang diikuti oleh

minimal dua dasarian berturutan (**BMG 2008**).

2.2.3 Jika AMH dan AMK sudah dapat ditentukan 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 dengan menghitung rerata total hujan dasarian dari tahun 1971-1980 (rerata), atau 1971-1990 (standar), atau 1971-2000 (standar normal).

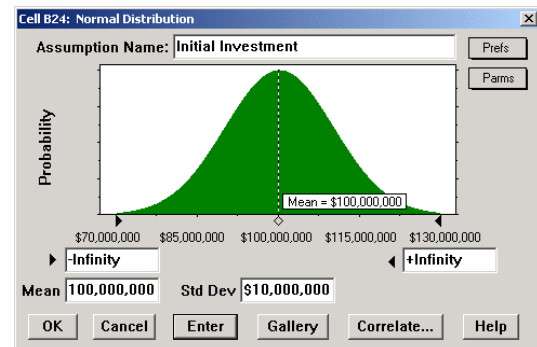
2.2.5 Menghitung nilai regresi berganda (**Nazir 2003**) antara AMH terhadap Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan Anomali SST IODM untuk time lag 1, 2, dan 3 bulan ke depan dengan menggunakan spreadsheets operational (*tools, data analysis, regression*). Series data dengan hasil nilai R^2 tertinggi dipandang dapat mewakili *time lag* signifikan untuk keperluan simulasi prediksi probabilitas.

2.2.6 Untuk mengetahui keterkaitan simultan antara AMH di Ambon terhadap Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan Anomali SST IODM, maka dilakukan plot $(x,y,z) = (\text{Anomali SST Nino3.4, Anomali SST Indonesia, AMH})$ dan plot $(x,y,z) = (\text{Anomali SST IODM, Anomali SST Indonesia, AMH})$.

2.2.7 Untuk mengetahui keterkaitan simultan antara PMH di Ambon terhadap Anomali SST Nino3.4, Anomali SST IODM, dan Anomali SST Indonesia, maka dilakukan plot $(x,y,z) = (\text{Anomali SST Nino3.4, Anomali SST Indonesia, PMH})$ dan plot $(x,y,z) =$

(Anomali SST IODM, Anomali SST Indonesia, PMH).

2.2.8 Untuk mengetahui maju-mundur AMH dan panjang-pendek PMH di Ambon berkaitan dengan peranan Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan Anomali SST IODM, maka dilakukan simulasi prediksi probabilitas Monte Carlo (**Tjong 2001; Goldman 2002; Gujral et.al. 2007**). Simulasi ini dapat dilakukan pada suatu sistem yang mengandung faktor kemungkinan dengan mengaplikasikan sampel random. Dasar pengolahan data dilakukan dengan asumsi bahwa setiap parameter yang digunakan untuk melakukan simulasi prediksi probabilitas ini mengikuti pola distribusi normal (**Boer 2006**) (Gambar 3).



Gambar 3. Pola distribusi normal yang digunakan untuk simulasi prediksi probabilitas AMH dan PMH di Ambon (Sumber: Goldman 2002).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rerata Total Hujan Dasarian

Kondisi rerata total hujan dasarian di Ambon dapat dilihat pada Gambar 1.2. AMH di Ambon berlangsung pada sekitar dasarian 9. Puncak total hujan dasarian mencapai 200 mm/ dasarian yang terjadi pada dasarian 18).

3.2 Awal dan Panjang Musim

Rerata PMH di Ambon berlangsung sekitar 19 dasarian, yakni dari dasarian 9 dan berakhir pada dasarian 27. PMH terpanjang di Ambon berlangsung selama 28 dasarian, sementara itu PMH terpendek di Ambon berlangsung selama 7 dasarian. Rerata PMK di Ambon berlangsung selama 17 dasarian, yakni dari dasarian 28 sampai dengan dasarian 44 atau dasarian 8 tahun berikutnya. PMH terpendek di Ambon berlangsung selama 8 dasarian, sementara itu PMH terpanjang di Ambon berlangsung selama 29 dasarian.

3.3 Nilai Regresi

Hasil olahan statistik regresi berganda dari data Anomali SST Nino3.4, Anomali SST IODM, dan Anomali SST Indonesia terhadap AMH dan PMH di Ambon dengan time lag 3, 2, dan 1 bulan dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai R^2 untuk AMH dengan time lag 3, 2, dan 1 bulan di Ambon (Sumber: Pengolahan Data)

Time Lag	Bulan	R^2
3	Des	0.19
2	Jan	0.09
1	Feb	0.08

Tabel 2. Nilai R^2 untuk PMH dengan time lag 3, 2, dan 1 bulan di Ambon (Sumber: Pengolahan Data)

Time Lag	Bulan	R^2
3	Des	0.35
2	Jan	0.27
1	Feb	0.25

AMH tercepat di Ambon jatuh pada bulan Maret Dasarian 1 (D1), untuk itu data dengan *time lag* 3, 2, dan 1 bulan ditentukan data bulan Desember, Januari, dan Februari. Berdasarkan pada

hasil olahan statistik dapat diperoleh bahwa nilai R^2 terbaik untuk AMH di Ambon diperoleh sebesar 0.19 untuk *time lag* 3 bulan ke depan yang jatuh pada bulan Desember (Tabel 2). Berarti di Ambon nilai signifikan untuk simulasi prediksi AMH selanjutnya akan digunakan data bulan Desember sebagai acuan.

Untuk menentukan signifikansi simulasi prediksi PMH di Ambon juga ditentukan dengan nilai R^2 terbaik. Nilai R^2 terbaik didapat 0.35 untuk *time lag* 3 bulan yang jatuh pada bulan Desember (Tabel 2). Selanjutnya untuk keperluan simulasi prediksi PMH di Ambon akan selalu digunakan data bulan Desember ini sebagai acuan.

3.4 Kaitan Dengan Anomali SST Nino3.4 dan Anomali SST IODM

Kaitan antara AMH (AMK) dan PMH (PMK) di Ambon dengan kondisi Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan Anomali SST IODM dilakukan dengan cara melakukan perajahan (Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, AMH) dan (Anomali SST Indonesia, Anomali SST IODM, AMH). Hasilnya disajikan pada gambar 4.

3.4.1 Anomali ST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan AMH

Untuk Ambon, hubungan antara AMH dengan masing-masing nilai Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan Anomali SST IODM bulan Desember masing-masing disajikan pada gambar 4(a), 4(b), dan 4(c). Adapun persamaan-persamaan yang terbentuk dalam hubungan tersebut di atas dapat dilihat seperti berikut:

Hubungan antara AMH di Ambon (Y) dengan nilai Anomali SST Indonesia bulan Desember (X) terdapat pada gambar 4(a) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

$$Y = -3,6389.X + 9,825 \quad (3)$$

$$R^2 = 0,15$$

Hubungan antara AMH di Ambon (Y) dengan nilai Anomali SST Nino3.4 bulan Desember (X) disajikan pada gambar 4(b) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

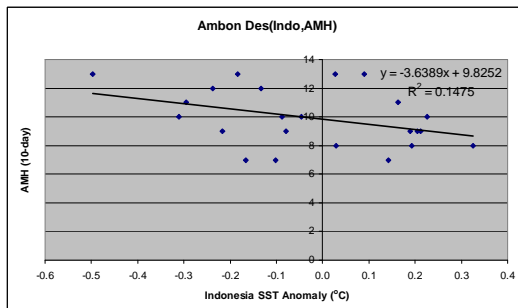
$$Y = -0,427.X + 10,038 \quad (4)$$

$$R^2 = 0,07$$

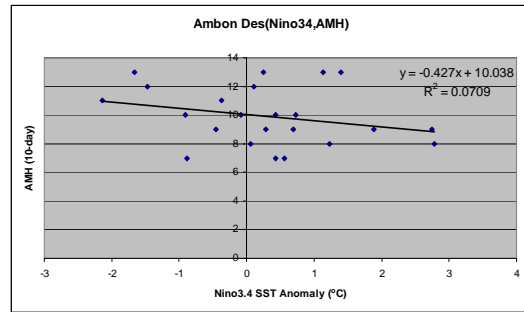
Hubungan antara AMH di Ambon (Y) dengan nilai Anomali SST IODM bulan Desember (X) yang tampak pada gambar 4(c) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

$$Y = 0,0296.X + 9,912 \quad (5)$$

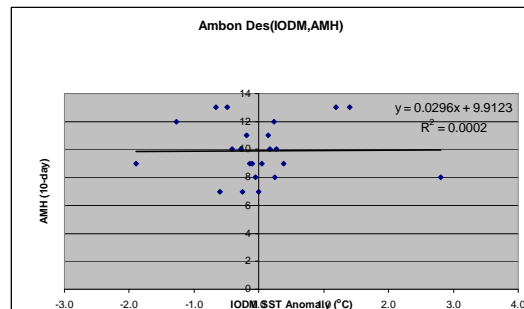
$$R^2 = 0,00$$



Gambar 4 (a). Hubungan antara Anomali SST Indonesia dengan AMH di Ambon untuk acuan data bulan Desember



Gambar 4 (b). Hubungan antara Anomali SST Nino3.4 dengan AMH di Ambon untuk acuan data bulan Desember



Gambar 4(c). Hubungan antara Anomali SST IODM dengan AMH di Ambon untuk acuan data bulan Desember

Berdasarkan pada informasi yang diperoleh dari gambar 4(a), 4(b), dan 4(c), maka AMH di Ambon secara tunggal berkaitan dengan masing-masing Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan Anomali SST IODM. Hasil menunjukkan AMH di Ambon memiliki keterkaitan paling signifikan dengan Anomali SST Indonesia Bulan Desember dengan $R^2 = 0,15$. Bahkan Anomali SST IODM hampir tidak memiliki keterkaitan sama sekali dengan AMH di Ambon.

3.4.2 Anomali SST Indonesia, Anomali SST IODM, dan PMH

Untuk lokasi Ambon, hubungan antara PMH dengan masing-masing nilai Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan Anomali SST IODM bulan Desember disajikan pada gambar 5(a),

5(b), dan 5(c). Adapun persamaan-persamaan yang terbentuk dalam hubungan tersebut di atas dapat dilihat seperti berikut:

Hubungan antara PMH di Ambon (Y) dengan nilai Anomali SST Indonesia bulan Desember (X) yang terdapat pada gambar 5(a) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

$$Y = 8,3611.X + 19,984 \quad (6)$$

$$R^2 = 0,12$$

Hubungan antara PMH di Ambon (Y) dengan nilai Anomali SST Nino3.4 bulan Desember (X) yang disajikan pada gambar 5(b) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

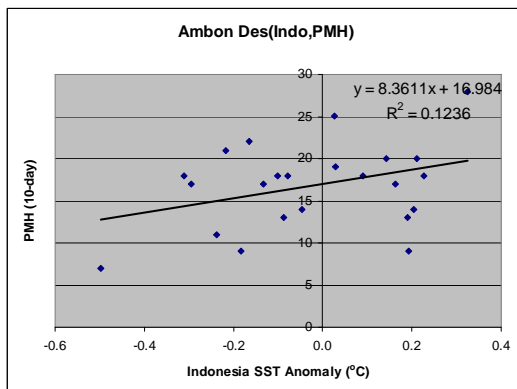
$$Y = 1,8004.X + 16,256 \quad (7)$$

$$R^2 = 0,20$$

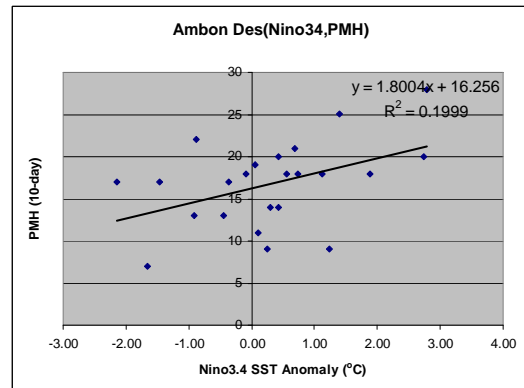
Hubungan antara PMH di Ambon (Y) dengan nilai Anomali SST IODM bulan Desember (X) yang tampak pada gambar 5(c) yang diwujudkan dengan persamaan berikut:

$$Y = 3,0818.X + 16,71 \quad (8)$$

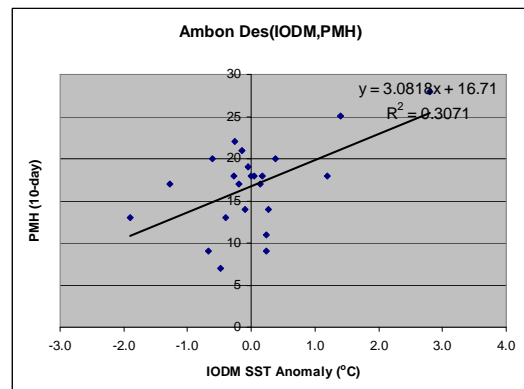
$$R^2 = 0,31$$



Gambar 5(a). Hubungan antara Anmali SST Indonesia dengan PMH di Ambon untuk acuan data bulan Desember



Gambar 5(b). Hubungan ntara Anomali SST Nino3.4 dengan PMH di Ambon untuk acuan data bulan Desember



Gambar 5(c). Hubungan antara Anomali SST IODM dengan PMH di Ambon untuk acuan data bulan Desember

Berdasarkan pada informasi yang diperoleh dari gambar 5(a), 5(b), dan 5(c), maka PMH di Ambon memiliki kaitan paling signifikan dengan Anomali SST IODM Bulan Desember dengan nilai $R^2 = 0,31$.

3.5 Simulasi Prediksi

Besarnya nilai prosentase probabilitas maju-mundur AMK dan panjang-pendek PMK di Ambon disajikan pada tabel-tabel berikut.

3.5.1 Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan AMH

Diasumsikan AMH di Ambon dipengaruhi oleh kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST Nino3.4. Dalam hal ini nilai Anomali SST IODM ditentukan 0 °C. Sedangkan nilai Anomali SST Indonesia dan Anomali SST Nino3.4 disimulasikan sebagai -1 °C, 0 °C, dan +1 °C dengan cara kombinasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Simulasi Probabilitas AMH di Ambon Berkaitan Dengan Kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST Nino3.4 (Sumber: Pengolahan Data)

Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	+1	+1	+1
IODM (°C)	0	0	0
Maju (%)	4	0	74
Normal (%)	19	97	21
Mundur (%)	77	3	5
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	0	0	0
Maju (%)	2	0	67
Normal (%)	9	100	25
Mundur (%)	89	0	8
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	-1	-1	-1
IODM (°C)	0	0	0
Maju (%)	2	0	58
Normal (%)	7	22	27
Mundur (%)	91	78	15

Hasil simulasi probabilitas AMH di Ambon (Tabel 3) berkaitan dengan kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST Nino3.4 menunjukkan bahwa AMH akan mundur jika Anomali SST Indonesia bernilai negatif. Baik untuk kondisi Anomali SST Nino3.4

bernilai negatif, nol, ataupun positif. Sementara itu AMH di Ambon akan maju pada saat Anomali SST Indonesia bernilai positif bersamaan dengan Anomali SST Nino3.4 bernilai negatif, nol, maupun positif. AMH di Ambon akan mundur jika Anomali SST Indonesia bernilai nol dan Anomali SST Nino3.4 bernilai negatif. Selain kondisi tersebut, maka AMH di Ambon akan berlangsung normal.

3.5.2 Anomali SST Indonesia, Anomali SST IODM, dan AMH

Diasumsikan AMH di Ambon dipengaruhi oleh kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST IODM. Dalam hal ini nilai Anomali SST Nino3.4 ditentukan 0 °C. Sedangkan nilai Anomali SST Indonesia dan Anomali SST IODM disimulasikan sebagai -1 °C, 0 °C, dan +1 °C dengan cara kombinasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Simulasi Probabilitas AMH di Ambon Berkaitan Dengan Kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST IODM (Sumber: Pengolahan Data)

Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	+1	+1	+1
Maju (%)	1	0	56
Normal (%)	8	19	27
Mundur (%)	91	81	17
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	0	0	0
Maju (%)	2	0	64
Normal (%)	10	100	29
Mundur (%)	88	0	7
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0

IODM (°C)	-1	-1	-1
Maju (%)	5	2	74
Normal (%)	19	84	20
Mundur (%)	76	14	6

Hasil simulasi probabilitas di Ambon untuk AMH (Tabel 4) berkaitan dengan kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST IODM menunjukkan bahwa PMH akan maju jika Anomali SST Indonesia bernilai positif dan Anomali SST IODM bernilai negatif, nol, maupun positif. Sementara itu AMH di Ambon akan mundur jika Anomali SST Indonesia bernilai negatif bersamaan dengan Anomali SST IODM bernilai negatif, nol maupun positif. Selain kondisi tersebut di atas, maka AMH di Ambon akan berlangsung normal.

3.5.3 Anomali SST Indonesia, Anomali SST Nino3.4, dan PMH

Diasumsikan PMH di Ambon dipengaruhi oleh kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST Nino3.4. Dalam hal ini nilai Anomali SST IODM ditentukan 0 °C. Sedangkan nilai Anomali SST Indonesia dan Anomali SST Nino3.4 disimulasikan sebagai -1 °C, 0 °C, dan +1 °C dengan cara kombinasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Simulasi Probabilitas PMH di Ambon Berkaitan Dengan Kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST Nino3.4 (Sumber: Pengolahan Data)

Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	+1	+1	+1
IODM (°C)	0	0	0
Memendek (%)	88	84	23
Normal (%)	6	16	16
Memanjang (%)	6	0	61

Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	0	0	0
Memendek (%)	88	100	74
Normal (%)	6	0	12
Memanjang (%)	6	0	14
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	-1	-1	-1
IODM (°C)	0	0	0
Memendek (%)	87	85	26
Normal (%)	7	15	15
Memanjang (%)	6	0	59

Hasil simulasi probabilitas PMH di Ambon terkait kondisi Indonesia SST Anomaly dan Nino3.4 SST Anomaly (Tabel 5b) menunjukkan bahwa PMH selalu memanjang jika Indonesia SST Anomaly bernilai positif baik untuk kondisi Nino3.4 SST Anomaly bernilai negatif maupun positif. PMH di Ambon akan berlangsung memendek jika Indonesia SST Anomaly bernilai nol atau negatif dengan kondisi Nino3.4 SST Anomaly bernilai negatif, nol, maupun positif. Selain kondisi tersebut di atas PMH di Ambon akan berlangsung normal.

3.5.4 Anomali SST Indonesia, Anomali SST IODM, dan PMH

Tabel 6. Simulasi Probabilitas PMH di Ambon Berkaitan Dengan Kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST IODM (Sumber: Pengolahan Data)

Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	+1	+1	+1
Memendek (%)	99	14	12
Normal (%)	1	61	9
Memanjang (%)	0	25	79
Indonesia (°C)	-1	0	+1

Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	0	0	0
Memendek (%)	100	100	23
Normal (%)	0	0	16
Memanjang (%)	0	0	61
Indonesia (°C)	-1	0	+1
Nino3.4 (°C)	0	0	0
IODM (°C)	-1	-1	-1
Memendek (%)	100	100	40
Normal (%)	0	0	18
Memanjang (%)	0	0	42

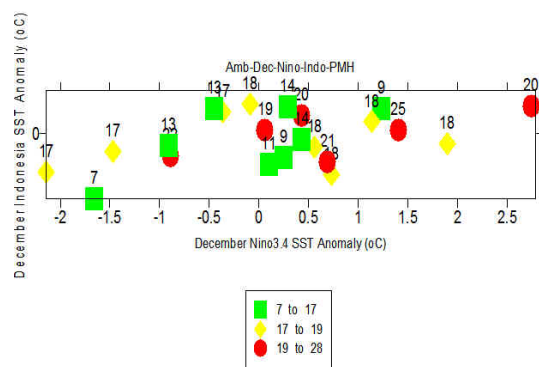
Diasumsikan PMH di Ambon dipengaruhi oleh kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST IODM. Dalam hal ini nilai Anomali SST Nino3.4 ditentukan 0 °C. Sedangkan nilai Anomali SST Indonesia dan Anomali SST IODM disimulasikan sebagai -1 °C, 0 °C, dan +1 °C dengan cara kombinasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Hasil simulasi probabilitas PMH di Ambon terkait dengan kondisi Anomali SST Indonesia dan Anomali SST IODM (Table 6) menunjukkan bahwa PMH memanjang jika kondisi Anomali SST Indonesia bernilai positif bersamaan dengan semua nilai Anomali SST IODM. Sementara itu PMH di Ambon akan berlangsung memendek jika Anomali SST Indonesia bernilai negative bersamaan dengan semua nilai Anomali SST IODM. Selain kondisi tersebut di atas, maka PMH di Ambon akan berlangsung normal.

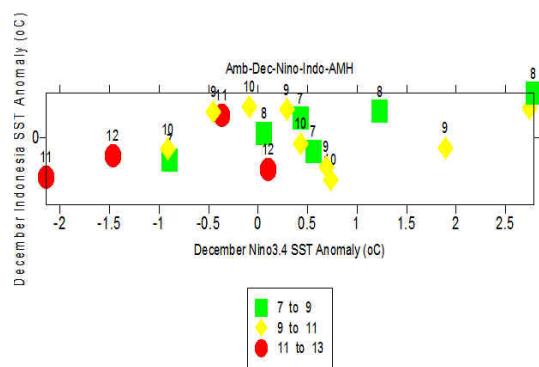
3.6 Maju-Mundur AMH dan Panjang-Pendek PMH

3.6.1 Terkait Anomali SST Nino3.4 dan Anomali SST Indonesia

AMH di Ambon (gambar 6a) pada umumnya berlangsung maju untuk kondisi Anomali SST Nino3.4 bernilai negatif (dot hijau). Kondisi tersebut dapat berlangsung, baik untuk kondisi Anomali SST Indonesia bernilai positif maupun negatif. Sementara itu AMH di Ambon pada umumnya berlangsung mundur untuk kondisi Anomali SST Nino3.4 bernilai positif (dot merah). Selain kondisi tersebut di atas, maka AMH di Ambon berlangsung normal.



Gambar 6a. Plot kaitan antara Anomali SST Nino3.4 dan Anomali SST Indonesia dengan AMH di Ambon

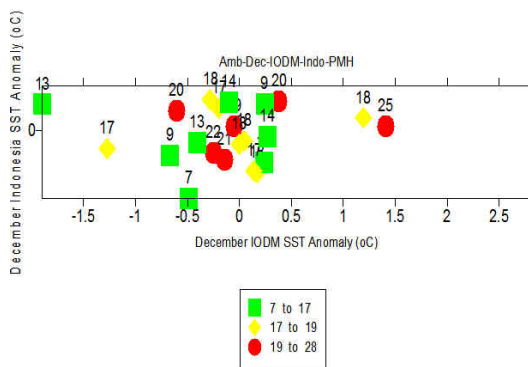


Gambar 6b. Plot kaitan antara Anomali SST Nino3.4 dan Anomali SST Indonesia dengan PMH di Ambon

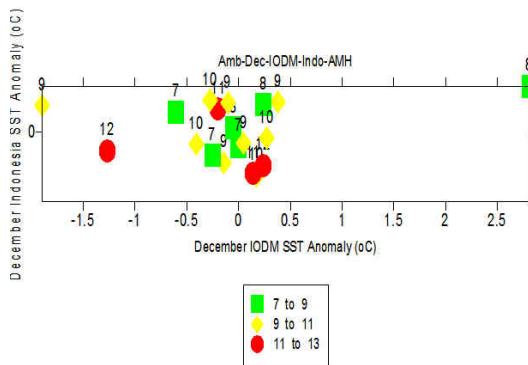
PMH di Ambon (gambar 6b) pada umumnya berlangsung memanjang untuk Anomali SST Nino3.4 bernilai negatif (dot merah). Kondisi ini

berlangsung untuk Anomali SST Indonesia bernilai positif maupun negatif. Tetapi sebaliknya, PMH di Ambon berlangsung memendek (dot hijau) pada saat Anomali SST Nino3.4 bernilai positif. Kondisi ini dapat berlangsung untuk Anomali SST Indonesia bernilai positif maupun bernilai negatif. Selain kondisi tersebut di atas, PMH di Ambon berlangsung normal.

3.6.2 Terkait Anomali SST IODM dan Anomali SST Indonesia



Gambar 7a. Plot kaitan antara Anomali SST IODM dan Anomali SST Indonesia dengan AMH di Ambon



Gambar 7b. Plot kaitan antara Anomali SST IODM dan Anomali SST Indonesia dengan PMH di Ambon

Pada umumnya AMH di Ambon (gambar 7a) berlangsung maju (dot

hijau) saat Anomali SST IODM bernilai negatif dan kurang daripada $0,5^{\circ}\text{C}$. Keadaan ini dapat berlangsung baik untuk Anomali SST Indonesia bernilai positif maupun negatif. Sebaliknya AMH di Ambon akan mundur (dot merah) pada saat Anomali SST IODM bernilai positif. Kondisi ini dapat berlaku untuk Anomali SST Indonesia bernilai positif maupun bernilai negatif.

Selanjutnya PMH di Ambon (gambar 7b) pada umumnya berlangsung memendek untuk kondisi Anomali SST IODM bernilai negatif (dot hijau). Kondisi ini dapat berlaku untuk Anomali SST Indonesia bernilai positif maupun bernilai negatif. Demikian pula untuk Anomali SST IODM bernilai positif. PMH di Ambon pada umumnya dapat berlangsung memanjang (dot merah) jika kondisi Anomali SST IODM bernilai lebih kecil daripada $0,5^{\circ}\text{C}$ atau bernilai negatif. Keadaan ini dapat berlangsung untuk semua kondisi Anomali SST Indonesia. Selain kondisi tersebut di atas, maka PMH di Ambon dapat berlangsung normal.

4. PENUTUP

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

4.1 Secara umum kondisi Anomali SST Indonesia sangat berperan terhadap maju-mundur AMH dan panjang-pendek PMH di Ambon. Utamanya jika Anomali SST Indonesia bernilai positif.

4.2 Kaitan Anomali SST Nino3.4 dengan AMH di Ambon menunjukkan hal yang signifikan. Pada umumnya AMH di Ambon berlangsung maju untuk Anomali SST nino3.4 bernilai negatif.

Sebaliknya AMH di Ambon pada umumnya berlangsung mundur jika Anomali SST Nino3.4 bernilai positif.

4.3 Kondisi Anomali SST IODM secara mandiri tidak menunjukkan hal yang signifikan untuk AMH di Ambon. Namun untuk PMH di Ambon masih menunjukkan kaitannya. Secara simultan kondisi Anomali SST IODM di Ambon masih menunjukkan signifikansinya. AMH dan PMH di Ambon pada umumnya dapat berlangsung maju dan endek jika Anomali SST IODM bernilai kurang daripada $0,5^{\circ}\text{C}$ hingga bernilai negatif.

4.4 Simulasi probabilitas dapat digunakan sebagai bahan rujukan untuk memahami peranan Anomali SST global dan regional secara simultan terhadap AMH dan PMH untuk skala meso dan lokal di Ambon.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada sumber data global yang telah menyediakan kemudahan untuk dapat mengakses data melalui fasilitas internet. Utamanya untuk website dari JMA, NCEP, dan JAMSTEC.

6. ACUAN

- BMG 2008. *Prakiraan musim hujan 2008/2009 di Indonesia*. Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta, 92 hal.
- Boer R. 2006. *Metode untuk mengevaluasi keandalan model prakiraan musim*. Pelatihan Downscaling Model, Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta, 9 hal.
- Boer R. 2005. *Pendekatan strategis taktis dan operasional dalam mengurangi risiko iklim di Kupang Nusa Tenggara Timur*. Paper Seminar 'Pelembagaan Pemanfaatan Informasi Ramalan Iklim Untuk Mengatasi Dampak Bencana Iklim, Kerjasama CARE dan Pemda Kupang, Kupang, 21-22 Juni 2005, 14 hal.
- Goldman L.I. 2002. *Crystall Ball Professional Introductory Tutorial*. Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference, pp. 1539-1545.
- Gujral B., Stanfield F., Rufino D. 2007. *Monte Carlo simulations for risk analysis in pharmaceutical product design*. Proceedings of the 2007 Crystal Ball User Conference, pp.1 – 6.
- <http://jra.kishou.go.jp>. *Japan Reanalysis 25 Years (JRA-25)*. Akses 16 November 2009.
- <http://ftp.cpc.ncep.noaa.gov>. *Nino Indices*. Akses 16 November 2009.
- <http://www.jamstec.go.jp>. *Indian Ocean Dipole Mode (IODM) Indices*. Akses 16 November 2009.
- Nazir M. 2003. *Metode Penelitian*. Penerbit PT Ghalia Indonesia, Jakarta, 544 hal.
- Philander S.G. 1992. *El Nino, La Nina, and Southern Oscillation*. Academic Press Inc., San diego, California, USA.

- Ramage C.S. 1971. *Monsoon Meteorology*. Academic Press Inc., International Geophysics Series, Vol. 15.
- 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.
- 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.
- Tjong W.F. 2001. *Aplikasi statistik ekstrim dan simulasi Monte Carlo dalam penentuan beban rencana pada struktur dengan umur guna tertentu*. Dimensi teknik Sipil, Vol. 3, No. 2, September 2001, ISSN 1410-9530, pp.: 84-88,.
- Ward N. 2000. *Forecasting technical issues*. Review of Regional Climate Outlook Forums, Pretoria, South Africa, 11 hal.
- Wirjohamidjojo, S. 1995. *Pokok-pokok Meteorologi Tropis*. Jakarta: Kursus Meteorologi Modifikasi Cuaca, Kerjasama Universitas Indonesia (UI) – Badan Pengkajian dan Penerapan teknologi (BPPT). Tidak dipublikasikan.