

KAJIAN AWAL MUSIM HUJAN DAN AWAL MUSIM KEMARAU DI INDONESIA

STUDY ON THE ONSET AND WITHDRAWAL OF SEASONS IN INDONESIA

Giarno^{1}, Zadrach Ledoufij Dupe² dan Musa Ali Mustofa²*

¹Stasiun Maritim Paotere, Jl Sabutung I No 30, Makassar 90163

²Fakultas Ilmu Teknologi Kebumihan (FITB) ITB, Jl. Ganesha No.10, Bandung 40132

*Email : giarno_maju@yahoo.com

Naskah masuk: 6 Maret 2012; Perbaikan terakhir: 10 Agustus 2012 ; Naskah diterima: 13 Agustus 2012

ABSTRAK

Kriteria Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dalam menentukan awal musim hujan dan awal musim kemarau memerlukan waktu sebulan untuk memastikan masuknya musim hujan dan musim kemarau. Kadang didapatkan tahun tanpa awal musim hujan atau mundur hingga tahun berikutnya. Misalnya, tahun 2003, akumulasi hujan bulan Desember di Kupang 722 mm namun bulan tersebut bukan awal musim hujan. Kriteria ini diperbaiki dengan menggabungkan kesimpulan penelitian peneliti terdahulu yang menyimpulkan adanya hubungan kuat hujan 50 mm / dasarian dan angin baratan, dengan batas evapotranspirasi potensial. Dengan menggunakan modifikasi hydrological onset and withdrawal index (HOWI) menunjukkan perambatan awal musim hujan dimulai dari utara menuju ke selatan dan secara zonal dari barat ke timur. Sedangkan awal musim kemaraunya dimulai dari selatan menuju utara dan secara zonal dari timur ke barat. Perbaikan metode untuk mempercepat penentuan awal musim hujan / kemarau dilakukan dengan menggabungkan data observasi hujan dan HOWI. Hasil uji di Makassar dan Kupang menunjukkan metode ini 18 - 20 hari lebih cepat untuk mendapatkan kepastian awal musim hujan / kemarau.

Kata kunci : awal musim hujan, awal musim kemarau, musim, monsun

ABSTRACT

Meteorology Climatology and Geophysics Agency (BMKG) criteria of onset and withdrawal need a month to ensure rainy season and dry season. Sometimes obtained year without onset or retreat to next year. Example, in 2003, rain accumulation in Kupang at Desember was 722 mm but this month was not onset. This criteria improved by combining the conclusions of previous researchers that conclude, there was a close relationship between rainfall accumulation 50 mm / decad and westerlies, with limit of potential evapotranspiration. Modified by hydrological onset and withdrawal index (HOWI) showed that onset propagated from north to south and from west to east. While the early of dry season propagated from south to north and from east to west. Improved method to accelerate certainty onset / withdrawal by combining rain observation data and HOWI. The results in Makassar and Kupang showed 18-20 days earlier to get the certainty of onset / withdrawal.

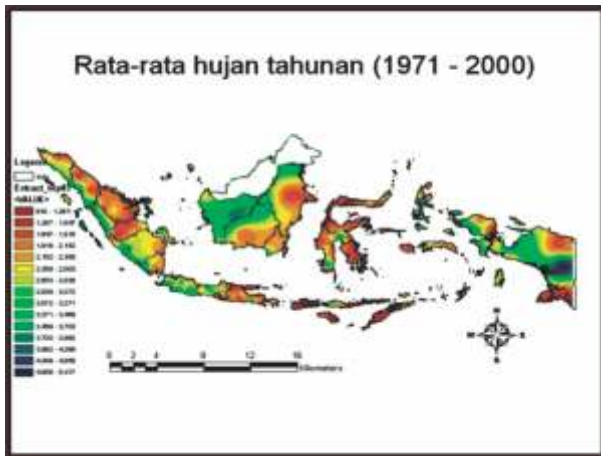
Keywords : onset, withdrawal, season, monsoon

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Monsun adalah perubahan arah angin antara musim panas (summer) dan musim dingin (winter) yang disebabkan perbedaan sifat antara daratan dan lautan [1]. Indonesia merupakan *maritime continent* [2] yang terletak antara dua Samudera yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, serta Benua Asia dan Australia sehingga dilalui dua sistem monsun yaitu Monsun Asia dan Monsun Australia. Letaknya di daerah ekuatorial dan terdiri dari banyak pegunungan menjadikan pengaruh monsun di Indonesia menjadi kompleks dan berbeda-

beda setiap daerah [3-4]. Baik yang disebabkan sirkulasi dalam skala yang luas seperti ENSO[5,6], MJO (*Madden Julian Oscillation*) [7-8], DM (*Dipole Mode*) [9-10], dan lain - lain maupun sirkulasi yang lebih lokal seperti deretan pegunungan dan sirkulasi darat laut [11-12]. Ini terlihat dari variasi rata - rata hujan seperti pada gambar 1. Bahkan beberapa daerah tidak memiliki perbedaan yang jelas antara musim hujan dan kemarau [13-14].



Gambar 1. Hujan tahunan rata – rata tahun 1971 – 2000

Untuk memastikan datangnya musim hujan, BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) menetapkan awal musim hujan adalah kejadian 3 kali dasarian hujan 50 mm berurutan, maka masuknya awal musim hujan adalah dasarian pertama dimana hujan 50 mm tersebut, sedangkan kriteria awal musim kemarau kebalikan dari awal musim hujan [15]. Kriteria ini diikuti lainnya seperti Suryantoro et.al [16] yang memetakan awal musim hujan dan awal musim kemarau di daerah Banten dan Jawa Barat dengan menggunakan data TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*).

Dengan kriteria ini kadang mendapatkan tahun tanpa awal musim hujan meskipun jumlah presipitasi dalam sebulan cukup besar. Misalnya di Kupang pada tahun 2003, hujan bulan Desember berturut turut DI, DII dan DIII adalah 14 mm, 313 mm dan 395 mm. Dan Januari tahun berikutnya yaitu 2004 DI, DII dan DIII adalah 22 mm, 0 mm dan 13 mm. Disusul bulan DI, DII dan DIII adalah 286 mm, 204 mm dan 21 mm. Dimana DI adalah jumlah hujan tanggal 1 - 10, DII hujan tanggal 11 - 20 dan DIII hujan tanggal 21 sampai akhir bulan. Artinya dengan kriteria ini di Kupang hingga bulan Desember 2003 belum masuk musim hujan, bahkan sampai Pebruari tahun berikutnya pun belum masuk musim hujan.

Tujuan penelitian ini adalah memperbaiki kriteia awal dan musim kemarau serta mempercepat kepastian datangnya musim hujan dan kemarau dari 3 dasarian (sebulan) yang saat ini digunakan. Terutama untuk daerah yang perbedaan musim hujan dan kemaraunya sangat jelas, yang diwakili oleh Kupang dan Makassar.

1.2. Metode penentuan awal musim hujan dan kemarau

Kriteria penentuan awal musim hujan dan awal musim kemarau berbeda-beda di setiap tempat dan masih menjadi kontroversi di antara para ahli[17]. Secara garis besar setidaknya ada 5 metode yang digunakan untuk menentukan awal musim hujan yaitu [18]:

- Hanya menggunakan data angin, yaitu melalui perubahan mendadak angin baratan yang dibarengi mulainya periode musim tertentu.

- Menggunakan data hujan saja, yaitu jika hujan harian secara berurutan pada sejumlah tempat dengan akumulasi tertentu.
- Menggunakan kombinasi data hujan dan ditambahkan keberadaan angin baratan sejumlah tempat dengan akumulasi tertentu.
- Menggunakan kombinasi angin baratan dan *outgoing long wave radiation* (OLR).
- Menggunakan tutupan awan dengan jumlah tutupan awan tinggi lebih dari criteria.

Penelitian awal musim hujan dan awal musim kemarau di Indonesia masih belum banyak dilakukan. Menurut Tanaka [19], yang pertama kali melakukan penelitian adalah Boerewa pada tahun 1926 dan Boer pada tahun 1948 tentang siklus hujan dan kemarau, kemudian Hardjainata dan Muharjoto serta Eguchi yang meneliti hubungan antara angin permukaan sampai 7000 feet dengan hujan di Indonesia.

Penelitian dengan menggunakan data model dilakukan oleh Tanaka sendiri pada tahun 1994 dengan menggunakan tutupan awan tinggi untuk mendeteksi awal musim hujan dan awal musim kemarau. Sedangkan awal musim hujan untuk keperluan agronomi di Indonesia dilakukan oleh Moron et.al[20].

1.3. HOWI

HOWI (*hydrological onset and withdrawal index*) dikembangkan oleh Fassulo dan Webster [21]. Penelitian berdasarkan kaitannya sistem monsun dengan kontribusi gradien spasial uap air, perawanan dan hujan. Konsep HOWI adalah pemindahan uap air oleh angin pada sekelom ruangan. Perhitungan HOWI adalah mengintegrasikan transport uap air (kelembaban spesifik) atau *Vertical Integrated Moisture Transport* (VIMT) dari permukaan – 300 mb secara vertikal. Batas 300 mb karena kelembaban spesifik di atas 300 mb di anggap kecil, berbeda hampir 2 digit dibandingkan di permukaan [22]. VIMT dirumuskan :

$$VIMT = \int_{1000mb}^{300mb} q U dP \quad (1)$$

Dengan q = kelembaban spesifik
 U = angin
 P = tekanan

1.4. PET

Untuk mengetahui potensi penguapan di suatu daerah jika air yang tersedia mencukupi maka dikenalkan evaporasi potensial atau *Potential Evapotranspiration* (PET). Metode yang dianggap paling baik untuk menentukan PET adalah metode Penman-Monteith [23] tetapi karena memerlukan data yang cukup banyak maka metode Thornthwaite digunakan sebagai alternatif jika data yang digunakan sedikit (hanya temperatur). PET metode Thornthwaite dirumuskan :

$$PET = 1.6(10t / I)^a \quad (2)$$

Dengan

t = temperature rata-rata bulanan ($^{\circ}\text{C}$)

a = $6,75 \times 10^{-9} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 1,79 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,49$

I = indeks bulanan yang didapat dari

$$I = \sum_{i=1}^{12} a_i \quad (3)$$

dan $i = (t/5)^{1.514} \quad (4)$

2. Metode Penelitian

2.1. Data

Data yang digunakan adalah data *reanalysis* dari NCEP - NCAR (*The National Center for Environmental Prediction - National Center for Atmospheric Research*) dari 1968 - 2009 [24]. Data angin dan kelembapan spesifik harian dengan resolusi grid $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ sampai ketinggian 300 mb. Meskipun resolusinya tidak terlalu besar namun dianggap cukup baik untuk Indonesia, yang panjang wilayahnya lebih dari 45° dan lebarnya lebih dari 17° .

Perhitungan evaporasi potensial atau *potential evapotranspiration* (PET) menggunakan data observasi temperatur permukaan dikumpulkan tiap 3 jam oleh ogimet [25], dari 7 kota yang dianggap mewakili wilayah Indonesia yaitu Banda Aceh, Jakarta, Surabaya, Semarang, Pontianak, Maros, Kupang dan Jayapura dari tahun 2007 - 2009. Untuk verifikasi awal musim hujan dan awal musim kemarau digunakan data pengamatan hujan dasarian dari stasiun di sekitar Makassar (Panakukkang, Maros, Paotere dan Hasanuddin) dan data Stasiun Klimatologi Lasiana dari tahun 2001 - 2009.

2.2. Metodologi

2.2.1. Perbaikan Kriteria Awal Musim Hujan dan Awal Musim Kemarau dari Data Hujan

Dari penelitian sebelumnya bisa disimpulkan bahwa hujan dengan intensitas ≥ 50 mm/dasarian berhubungan kuat dengan perubahan angin di lapisan permukaan sampai 700 mb menjadi baratan atau masuknya monsun. Sehingga menggunakan akumulasi hujan ≥ 50 mm/dasarian sebagai salah satu kriteria dalam menentukan masuknya musim hujan dapat dibenarkan.

Suatu daerah apakah menjadi basah atau belum tergantung dari selisih presipitasi dan penguapan di daerah tersebut. Suatu daerah yang memiliki jumlah hujan yang besar namun penguapan lebih besar maka daerah tersebut cenderung kering. Oleh karena itu perlu ditetapkan batasan presipitasi yang cukup sehingga masih lebih besar dari evaporasinya.

Kriteria dengan menggunakan batasan hujan 150 mm/bulan (dalam 3 dasarian) masih cukup relevan jika

dihubungkan dengan jumlah penguapan bulanan. Dari hasil perhitungan PET dari 7 daerah (Aceh, Pontianak, Semarang, Surabaya, Cengkareng, Kupang dan Jayapura) dengan metode Thornthwaite nilainya antara 140 mm/bulan - 160 mm/bulan dengan rata-rata 148,49 mm/bulan. Sehingga digunakan 150 mm/bulan sebagai batas suatu bulan musim hujan atau kemarau.

Penggabungan dengan hujan ≥ 50 mm/dasarian yang menandai datangnya angin baratan dari penelitian - penelitian sebelumnya dengan PET maka kriteria awal musim hujan didefinisikan kembali dengan kriteria:

- Pada sekitar bulan normal musim hujan terdapat suatu dasarian dengan jumlah hujan ≥ 50 mm. Kemudian diikuti hujan dua dasarian berikutnya sehingga jumlah hujan dalam tiga dasarian tersebut ≥ 150 mm, maka awal musim hujan adalah dasarian pertama dengan hujan ≥ 50 mm
- Sedangkan kriteria awal musim kemarau atau berakhirnya musim hujan digunakan kebalikan kriteria awal musim hujan terdapat suatu dasarian dengan jumlah hujan ≤ 50 mm. Kemudian diikuti hujan dua dasarian berikutnya sehingga jumlah hujan dalam tiga dasarian tersebut ≤ 150 mm, maka awal musim kemarau adalah dasarian pertama dengan hujan ≤ 50 mm.

2.2.2. Perhitungan HOWI

Penggunaan HOWI untuk menentukan awal musim hujan dengan menormalisasi nilainya sehingga nilai HOWI positif (angin baratan di India) tiga hari berurutan berarti masuknya musim hujan. Namun di Indonesia yang cuacanya sangat dinamis dan sebagian wilayahnya ada di utara katulistiwa dan sebagian di selatannya, sehingga penentuan awal musim hujan dengan bantuan HOWI harus memperhatikan letak suatu daerah terhadap ekuator yaitu:

- ❖ Di selatan ekuator karena musim hujan berasal dari Monsun Asia yang tampak sebagai angin baratan maka kriteria awal musim hujan mengikuti angin baratan yaitu HOWI 3 hari berurutan positif maka awal musim hujan dinyatakan pada hari pertama dari 3 hari berurutan tersebut, sedangkan di utara ekuator berlaku sebaliknya.
- ❖ Pada musim kemarau berasal dari Monsun Australia yang tampak sebagai angin timuran maka kriteria awal musim hujan mengikuti datangnya angin timuran yaitu nilai HOWI 3 hari berurutan negatif maka awal musim kemarau dinyatakan pada hari pertama dari 3 hari berurutan tersebut, sedangkan di utara ekuator berlaku sebaliknya.

2.2.3. Penggabungan Kriteria Data Hujan dan HOWI

Penggabungan kriteria hujan dengan HOWI diharapkan dapat digunakan untuk mempercepat penentuan kepastian awal musim hujan dan kemarau. Karena HOWI hanya butuh waktu 3 hari sedangkan dengan

menggunakan data hujan memerlukan waktu sebulan untuk memastikan datangnya awal musim.

Perbandingan kesesuaian pola HOWI dengan penelitian yang sudah ada yaitu metode tutupan awan tinggi juga akan memperkuat dugaan potensi HOWI dalam mempercepat penentuan awal musim hujan dan kemarau.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Perbaikan Kriteria Penentuan Onset dan Withdraw Berdasarkan Data Hujan

Dari uji yang dilakukan di Makassar (Tabel 1 dan 2), dengan kriteria baru didapatkan awal musim hujannya sama dengan kriteria lama, tetapi pada awal musim kemarau, dengan kriteria baru lebih cepat mendeteksi dari pada kriteria yang lama. Berarti keberadaan keseimbangan hujan dan penguapan lebih cepat diketahui pada saat berakhirnya musim hujan dengan menggunakan kriteria yang baru

Tabel 1. Kriteria lama awal musim hujan dan awal musim kemarau di Makassar

lama	apr			may			oct			nov			dec		
	DI	DII	DIII	DI	DII	DIII	DI	DII	DIII	DI	DII	DIII	DI	DII	DIII
2001	97	46	64	22	3,8	43	34	35	42	91	125	212	643	176	134
2002	156	67	44	136	23	0	0,8	0	3,3	1	26	102	137	123	271
2003	55	46	50	97	37	21	16	10	23	54	50	133	143	312	533
2004	117	93	27	53	2	47	0	0	12	9,3	22	124	73	71	304
2005	196	63	2,5	19	24	5	0,8	120	104	97	87	38	43	270	132
2006	117	55	117	29	5,3	70	0	0	0,5	14	44	45	72	348	
2007	103	36	45	41	0,8	26	5	17	29	79	42	77	95	295	319
2008	61	67	25	95	0	8,8	15	5,3	73	78	63	144	57	363	224
2009	42	100	11	1,8	38	69	16	0	2	0	36	85	78	104	127

Tabel 2. Kriteria baru awal musim hujan dan awal musim kemarau di Makassar

baru	apr			may			oct			nov			dec		
	DI	DII	DIII	DI	DII	DIII	DI	DII	DIII	DI	DII	DIII	DI	DII	DIII
2001	97	46	64	22	3,8	43	34	35	42	91	125	212	643	176	134
2002	156	67	44	136	23	0	0,8	0	3,3	1	26	102	137	123	271
2003	55	46	50	97	37	21	16	10	23	54	50	133	143	312	533
2004	117	93	27	53	2	47	0	0	12	9,3	22	124	73	71	304
2005	196	63	2,5	19	24	5	0,8	120	104	97	87	38	43	270	132
2006	117	55	117	29	5,3	70	0	0	0,5	14	44	45	72	348	
2007	103	36	45	41	0,8	26	5	17	29	79	42	77	95	295	319
2008	61	67	25	95	0	8,8	15	5,3	73	78	63	144	57	363	224
2009	42	100	11	1,8	38	69	16	0	2	0	36	85	78	104	127

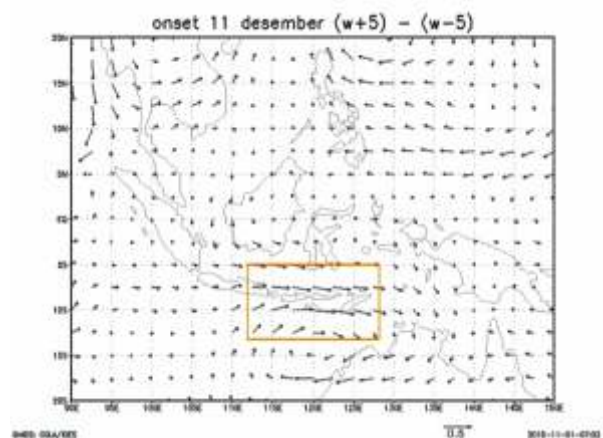
Tabel 3. Perbandingan kriteria lama dan baru di Kupang

tahun	lama	baru
2001	✓	✓
2002	x	✓
2003	x	✓
2004	x	✓
2005	✓	✓
2006	✓	✓
2007	✓	✓
2008	✓	✓
2009	✓	✓

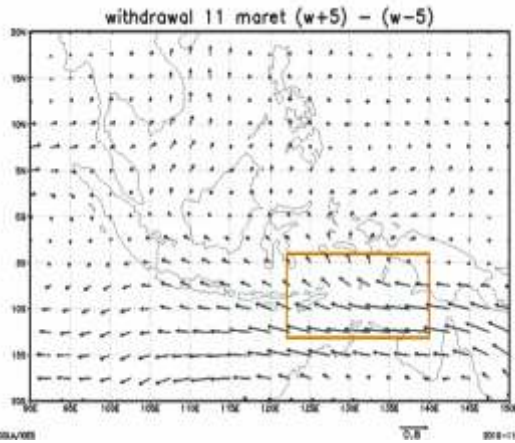
Pengujian di Kupang (Tabel 3) memberikan hasil yang lebih memuaskan, karena kriteria baru awal musim hujan dapat menunjukkan apa yang tidak bisa ditunjukkan oleh kriteria lama yaitu tahun 2002 - 2003. Meskipun hujan sudah cukup besar, di tahun 2002 - 2003 pada dasarian II dan III bulan Desember 2002 berturut-turut 313 mm dan 395 mm. Menurut kriteria lama belum masuk musim hujan di tahun tersebut karena pada dasarian I bulan Januari 2003 hujannya hanya 22 mm. Pada penentuan awal musim kemarau, kriteria baru lebih cepat mendeteksi keseimbangan hujan dan penguapan seperti pada dasarian III bulan Maret tahun 2007 dibandingkan kriteria lama yang masih menganggap masih basah. Demikian juga pada tahun 2008, dengan kriteria lama masih dianggap basah di Maret III, tetapi ternyata hujan di 2 dasarian setelahnya cenderung kecil (0 mm).

3.2. Pola onset dan withdrawal HOWI

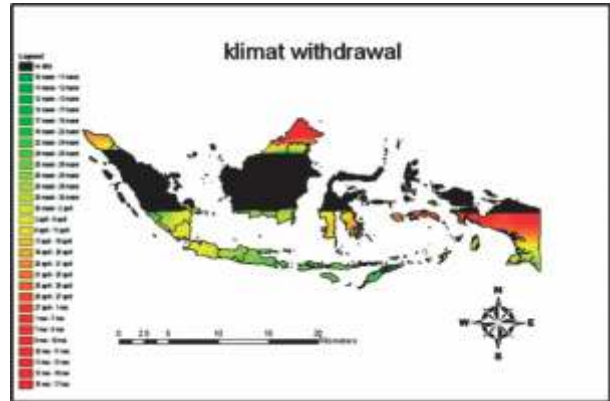
Komposit HOWI (gambar 2 dan 3) pada daerah yang telah masuk awal musim hujan menunjukkan perubahan yang cukup signifikan angin timuran menjadi baratan jika dibandingkan daerah di sekitarnya. Ini mengindikasikan mulainya dominasi monsun barat yang bersifat basah dan dimungkinkan terjadi presipitasi di daerah tersebut. Sedangkan komposit awal musim kemarau menunjukkan perubahan baratan yang cukup signifikan menjadi angin timuran dibandingkan daerah disekitarnya yang mengindikasikan dimulainya dominasi monsun timur yang kering sehingga mengindikasikan mulainya musim kemarau di daerah tersebut.



Gambar 2. Onset komposit NTT, kotak kuning adalah daerah yang masuk awal musim hujan

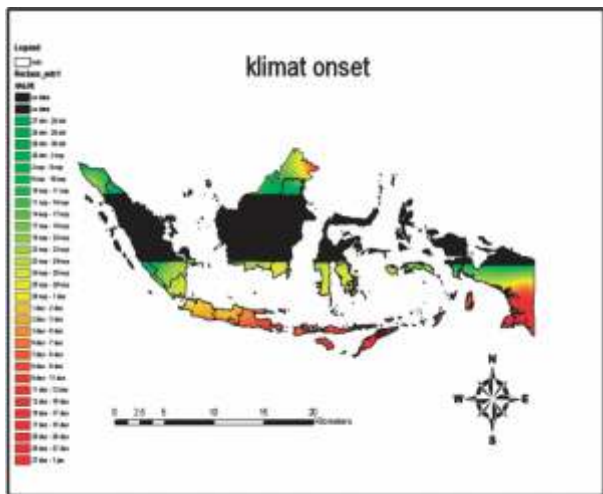


Gambar 3. *Withdrawal* komposit NTT dan NTB, kotak kuning adalah daerah yang masuk *Withdrawal*



Gambar 5. Pola awal musim kemarau dengan HOWI di Indonesia, tanda panah adalah arah pergerakan awal musim kemarau

Pola umum awal musim hujan dan awal musim kemarau secara spasial ditunjukkan pada gambar 4 dan 5. Awal musim hujan dimulai akhir bulan Oktober dari utara ke selatan, dan berakhir di Pulau Timor dan Pulau Papua Bagian Selatan. Sedangkan awal musim kemarau bergerak dari selatan menuju ke arah utara. Secara zonal awal musim hujan dimulai dari barat ke arah timur, sedangkan awal musim kemarau bergerak dari arah sebaliknya yaitu dari timur ke barat. Dari sini bisa disimpulkan daerah sekitar Pulau Timor dan Pulau Papua Bagian Selatan merupakan daerah yang paling singkat musim hujannya di Indonesia karena awal musim hujannya lambat dan awal musim kemaraunya cepat berakhir.

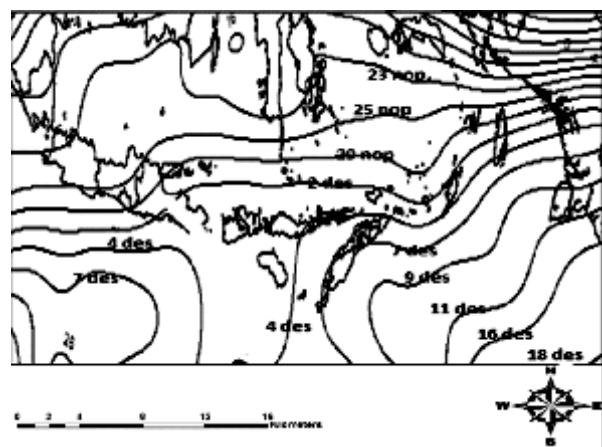


Gambar 4. Pola awal musim hujan dengan HOWI di Indonesia, tanda panah adalah arah pergerakan awal musim hujan

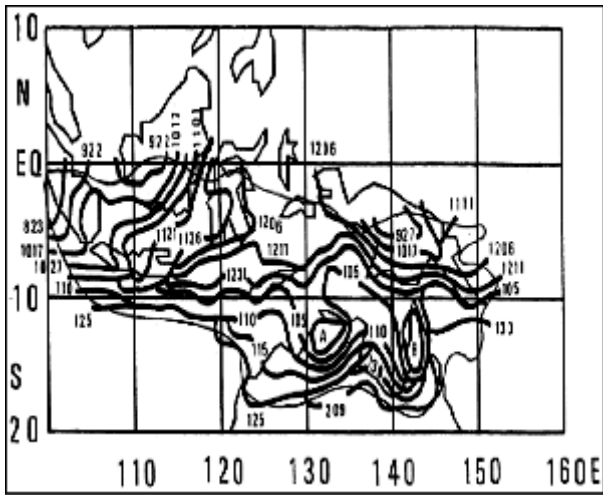
3.2. Penggunaan HOWI Untuk Menentukan *Onset* dan *Withdrawal*

HOWI dapat bisa menghasilkan nilai di tiap titik grid sehingga berpotensi digunakan untuk menentukan awal musim hujan dan awal musim kemarau di lokasi yang sesuai resolusi data. Hal ini telah dilakukan oleh Dalu et.al²⁶⁾ dengan menggunakan HOWI di daerah Afrika Barat yang skalanya lebih kecil dari yang digunakan di India yang dikembangkan oleh Fassulo dan Webster.

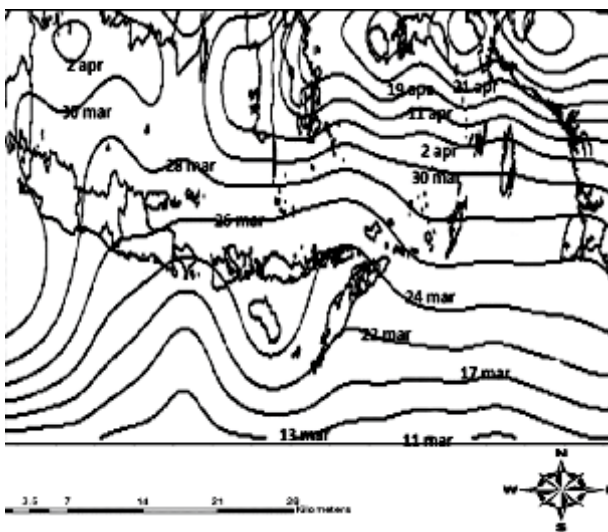
Perbandingan pola HOWI dengan tutupan awan tinggi (gambar 6 - 9) memperlihatkan kedua metode memiliki pola yang hampir sama. Namun HOWI memiliki keterbatasan karena tidak bisa menggambarkan awal musim hujan dan awal musim kemarau disekitar ekuator. Tetapi di lintang 5° LU/LS antara HOWI dan awan tinggi tidak berbeda yaitu di Pulau Jawa umumnya yang jatuh pada Nopember dan Desember di Pulau Timor dan Papua Bagian selatan.



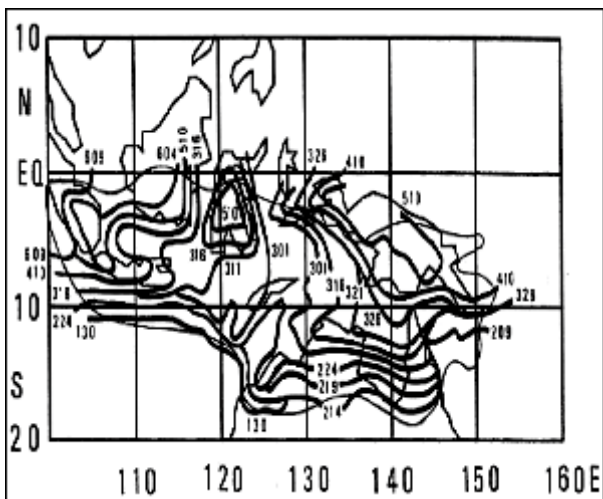
Gambar 6. *Onset* dengan HOWI



Gambar 7. Onset dengan metode tutupan awan tinggi



Gambar 8. Withdrawal dengan HOWI



Gambar 9. Withdrawal metode tutupan awan tinggi

Dari kesesuaian pola ini berarti HOWI berpotensi digunakan bersama data hujan. Penggabungan kriteria hujan dan HOWI digunakan untuk mempercepat

penentuan kepastian awal musim hujan dan awal musim secara tahunan dengan kriteria sebagai berikut :

- ❖ Jika terdapat hujan dengan intensitas 50 mm dalam 1 dasarian atau kurang, periksa nilai HOWI.
- ❖ Jika sudah bersesuaian 3 hari berurutan (3 hari positif) maka awal musim hujan masuk.
- ❖ Kriteria awal musim kebalikan dari awal musim hujan.

3.3.1. Pengujian di Makassar

Makassar terletak di sebelah timur pegunungan Bawakaraeng yang cukup tinggi (1800m). Maka data rata-rata hujan dari 4 stasiun selama 10 tahun yaitu dari Stasiun Panakukkang, Maros, Paotere dan Hassanuddin yang memiliki elevasi hampir sama dianggap representatif mewakili Makassar terhadap resolusi HOWI. Indeks yang digunakan adalah singkatan nama bulan dan dasarian. Misalnya Nop II menunjukkan bulan Nopember pada dasarian II.

Dari perbandingan tabel 4 dan 5, maka metode gabungan 18 hari lebih cepat mendapatkan pernyataan awal musim hujan dan awal musim kemarau jika dibandingkan hanya mengandalkan data hujan. Dengan demikian maka untuk daerah Makassar penggunaan HOWI untuk menyatakan awal musim hujan dan awal musim kemarau sangat berhasil memangkas waktu dari satu bulan menjadi hanya 11 hari.

Tabel 4. Perbandingan awal musim hujan dan awal musim kemarau dengan data hujan dan HOWI

Tahun	Onset dan Withdrawal dari Data Hujan		Tahun	Onset dan Withdrawal dari Data HOWI	
	Withdrawal	Onset		Withdrawal	Onset
2001	AprII	NopI	2001	19-Apr	13 Nop
2002	MeiII	NopIII	2002	05-Jun	21-Nop
2003	MeiII	NopI	2003	11-Mei	11 Nop
2004	AprIII	NopIII	2004	21-Apr	23-Nop
2005	AprIII	OktIII	2005	21-Apr	17-Okt
2006	MeiI	DesII	2006	01-Mei	28-Des
2007	AprII	NopI	2007	24-Apr	01-Nop
2008	AprIII	OktIII	2008	21-Apr	05-Nop
2009	AprIII	NopIII	2009	26-Apr	21-Nop

Tabel 5. Keuntungan metode gabungan dibandingkan hanya menggunakan data hujan

Tahun	Keuntungan Real Lebih Cepat	
	Withdrawal	Onset
2001	18 hari	15 hari
2002	3 hari	21 hari
2003	21 hari	21 hari
2004	21 hari	21 hari
2005	21 hari	21 hari
2006	20 hari	11 hari
2007	14 hari	20 hari
2008	21 hari	20 hari
2009	21 hari	21 hari
rata2	18 hari	19 hari

3.3.2. Pengujian di Kupang

Pulau Timor umumnya tidak terdapat pengunungan yang terlalu tinggi sehingga data Stasiun Lasiana Kupang saja dianggap sudah mewakili daerah tersebut dan representatif terhadap data model (HOWI). Dari data hujan periode 2001 sampai 2009 terdapat data yang dianggap tidak baik yang harus dikeluarkan yaitu data tahun 2001 dan 2005.

Tabel 6. Perbandingan awal musim hujan dan awal musim kemarau di Kupang dengan data hujan dan HOWI

Tahun	Onset dan Withdrawal dari Data Hujan		Tahun	Onset dan Withdrawal dari Data HOWI	
	Withdrawal	Onset		Withdrawal	Onset
	2002	MarII		NopIII	2002
2003	AprII	DesII	2003	11-Apr	18-Des
2004	AprI	DesIII	2004	01-Apr	24-Des
2006	AprII	DesIII	2006	13-Apr	01-Jan
2007	MarIII	DesII	2007	30-Mar	21-Des
2008	AprIII	DesI	2008	21-Apr	11-Des
2009	MarI	NopIII	2009	03-Mar	21-Nop

Tabel 7. Keuntungan metode gabungan dibandingkan jika hanya memakai data hujan.

Tahun	Keuntungan Real Lebih Cepat	
	Withdrawal	Onset
	2002	21 hari
2003	21 hari	21 hari
2004	21 hari	21 hari
2006	21 hari	21 hari
2007	19 hari	18 hari
2008	21 hari	22 hari
2009	22 hari	21 hari
rata2	21 hari	20 hari

Dari perbandingan tabel di atas maka metode gabungan 20 hari lebih cepat mendapatkan pernyataan awal musim hujan dan awal musim kemarau jika dibandingkan hanya mengandalkan data hujan.

4. Kesimpulan

Kriteria baru awal musim hujan (*onset*) dan awal musim kemarau (*withdrawal*) lebih mengenali peralihan antara hujan dengan kemarau mengingat kemampuannya menentukan selisih endapan dan penguapan dalam 3 dasarian. Kriteria ini juga dapat menghindari kegagalan mendeteksi awal musim hujan seperti yang terjadi pada kriteria lama.

Pola awal musim hujan dengan menggunakan HOWI dimulai dari utara yang bergerak ke selatan, dan secara zonal menjalar dari barat ke timur. Sedangkan awal musim kemarau dimulai dari selatan menuju utara. Penggunaan HOWI untuk membantu data hujan dalam menentukan awal musim hujan dan awal musim kemarau berhasil memangkas waktu dari satu bulan menjadi hanya 11 hari.

Di daerah sekitar ekuator meskipun beberapa daerah secara klimatologis bisa didapatkan perubahan awal musim hujan dan awal musim kemaraunya namun dalam skala tahunan tidak jelas perbedaan antara musim kemarau dan hujannya. Kondisi ini juga terjadi di daerah yang hujannya kuat dipengaruhi faktor lain selain monsun seperti di pantai barat Sumatera maka perbedaan musim hujan dan kemarau menjadi kurang tegas. Sehingga metode gabungan HOWI dan data hujan tersebut hanya bisa digunakan di daerah yang memiliki pola hujan tahunan yang tegas antara musim hujan dan kemarau.

Daftar Pustaka

- [1] Bayong, T. H. K., Gernowo, R., Sri Woro, B. H., & Ina, J., (2008), *The character of rainfall in the Indonesian monsoon*, International Symposium on Equatorial Monsoon System, Yogyakarta, Indonesia.
- [2] Katherine, E. D., David, C. N., & Peter, M., (2007), Tropical western Pacific warm pool and maritime continent precipitations rates and their contrasting relationship with walker circulation, *Journal of Geophysical Research*, 112, 1 – 12.
- [3] Musa, A.M., (2000), *Identifikasi Daerah Monsun dan Curah Hujan Berdasarkan Sifat Angin Permukaan di Indonesia Bagian Barat*, Thesis, FITB: Institut Teknologi Bandung.
- [4] Bayong, T. H. K., (2004), *Klimatologi*, Bandung: Penerbit ITB.
- [5] Roswintiarti, O., (2008), Relationship between sea surface temperature, large scale circulation and convection over the tropical Indian and Pacific oceans, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 9(2), 65 – 77.
- [6] Bayong, T. H. K., Atika, L., Ina, J., & Sri Woro, B. H., (2008), Dampak variasi temperature samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial terhadap curah hujan di Indonesia, *Jurnal Sains dan Dirgantara*, 5(2), 83 – 95.
- [7] Chang, C. P., Harr, P. A., & Chen, H. J., (2005), Synoptic disturbances over the equatorial South China Sea and western maritime continent during boreal winter, *Monthly Weather Review*, 133, 489 – 503.
- [8] Wu, C. H., & Hsu, H.H., (2009), Topographic influence on the MJO in the maritime continent, *Journal of Climate*, 22, 5433 – 5448.

- [9] Sri Woro, B. H., (2008), Analisis dinamika atmosfer di bagian utara ekuator Sumatera pada saat peristiwa *El-Nino* dan *Dipole Mode* positif terjadi bersamaan, *Jurnal Sains dan Dirgantara*, 5(2), 130–148.
- [10] Hermawan, E., (2011), Perbandingan metode Box-Jenkins dan Holt-Winters dalam prediksi anomali OLR pentad di kawasan barat Indonesia, *Jurnal Sains dan Dirgantara*, 9(1), 25–35.
- [11] Arakawa, O., & Kitoh, A., [2005], *Rainfall diurnal variation over the Indonesian maritime continent simulated by 20 km-mesh GCM, SOLA*, *Journal of Climatology*, 1, 109-112.
- [12] Qian, J. H., [2007], Why precipitation is mostly concentrated over islands in the maritime continent, *Journal of The Atmospheric Sciences*, 65, 1428-1441.
- [13] Aldrian, E., & Susanto, R. D., (2003), Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature, *International Journal of Climatology*, 23, 1435–1452.
- [14] Tukidi, (2010), Karakter Curah hujan di Indonesia, *Jurnal Geografi FIS UNNES*, 7(2), 136-145.
- [15] <http://iklim.bmg.go.id/PMH0809.pdf>, diakses 30 Oktober 2010.
- [16] Suryantoro, A., Krismianto, & Yulihastin, E., (2010), *Penentuan onset monsun di Jawa Barat, Banten, dan DKI Jakarta, berbasis observasi Satelit TRMM*, Prosiding Seminar Nasional Fisika, 55–65.
- [17] Wang, B., Ho, L., Zhang, Y., & Lu, M. M., (2004), Definition of South China Sea monsoon onset and commencement of the East Asia summer monsoon, *Journal of Climate*, 17, 699–710.
- [18] Byun, H. R., & Lee, D. K., (2002), Defining three rainy season and the hydrological summer monsoon in Korea using available water resources index, *Journal of The Meteorology Society of Japan*, 80, 33-44.
- [19] Tanaka, M., (1994), The onset and retreat dates of the Austral summer monsoon over Indonesia, Australia and New Guinea, *Journal of The Meteorology Society of Japan*, 72, 255-267.
- [20] Moron, V., Robertson, A. W., & Qian, J. H., (2009), Local versus regional scale characteristic of monsoon onset and post-onset rainfall over Indonesia, *Climate Dynamics*, 34, 281-299.
- [21] Fasullo, J., & Webster, P. J., (2003), A Hydrological Definition of Indian Monsoon Onset and Withdrawal, *Journal of Climate, American Meteorological Society*, 16, 3200-3211.
- [22] Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., et. al., (1996), The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, *Bulletin American Meteorological Society*, 77, 437-471.
- [23] Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Martin, S., (1998), *Crops evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO irrigation and drainage paper 56*, FAO, Rome.
- [24] www.cpc.ncep.noaa.gov/index.html diakses 30 Oktober 2010
- [25] <http://ogimet.com/gsynres.phtml.en> diakses 30 Oktober 2010
- [26] Dalu, G. A., Gaetani, M., Meneguzzo, F., Crisci, A., Maracchi, G., Guarnieri, F., & Capecchi, V., (2009), The hydrological onset and withdrawal index (HOWI) for The West Africa Monsoon, *Theoretical and Applied Climatology*, Springer, P.5.4.