

## ITCZ DAN MONSUN INDO-AUSTRALIA

**Didi Satiadi & Nurzaman Adikusumah**  
Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer, LAPAN  
satiadi@yahoo.co.uk

### Abstract

*Research has been conducted to study the relationship between ITCZ migration and monsoon and monsoon onset in the Indo-Australian region based on observation. The data employed consisted of rainfall data from TRMM satellite from 1998 to 2009 and Indo-Australian Monsoon Indices data for the same time span. Latitudinal position of the ITCZ were determined from TRMM satellite data as a latitude with the highest zonal average rainfall. The ITCZ annual migrations were then compared to the Indo-Australian Monsoon Indices. The results showed that there were relationship between ITCZ jump from the south to the north and vice versa with the sign change of the Indo-Australian Monsoon Indices. The results agreed with the theory developed by Chao on monsoon as wind circulation associated with the ITCZ and that the ITCZ jumps corresponded with the monsoon onset. Such ITCZ jumps could potentially be used as an alternative to detect the onset of Indo-Australian Monsoon.*

**Keywords:** ITCZ, Jump, Monsoon, Onset, TRMM

### Abstrak

Penelitian telah dilakukan untuk mempelajari hubungan antara pergerakan ITCZ dengan monsun dan onset monsun di wilayah Indo-Australia berdasarkan pengamatan. Data yang digunakan terdiri dari data hujan dari satelit TRMM dari tahun 1998 s.d. 2009 dan data indeks monsun Indo-Australia untuk kurun waktu yang sama. Posisi lintang ITCZ ditentukan dari data satelit TRMM sebagai lintang dengan curah hujan rata-rata zonal yang tertinggi. Pergerakan ITCZ dalam siklus tahunan kemudian dibandingkan dengan nilai indeks monsun Indo-Australia. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kaitan antara lompatan ITCZ dari belahan bumi selatan ke belahan bumi utara atau sebaliknya dengan perubahan tanda dari indeks monsun Indo-Australia. Hal ini sesuai dengan teori yang dikembangkan oleh Chao mengenai monsun sebagai sirkulasi angin terkait dengan ITCZ dan bahwa lompatan ITCZ berkaitan dengan onset monsun. Dengan demikian, lompatan ITCZ berpotensi untuk digunakan sebagai alternatif untuk mendeteksi onset monsun Indo-Australia.

**Kata Kunci:** ITCZ, Lompatan, Monsun, Onset, TRMM

### 1. PENDAHULUAN

Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ) merupakan fitur dinamika atmosfer skala besar yang dominan di wilayah tropis katulistiwa, terlihat jelas dari citra satelit sebagai pita awan yang memanjang dari barat ke timur. ITCZ merupakan cabang ke atas dari sirkulasi Hadley/Walker di mana konvergensi angin pasat terkopel dengan konveksi ditandai dengan jejak curah hujan yang tinggi. ITCZ bergerak ke arah utara-selatan dalam siklus tahunan mengikuti posisi semu matahari. Dinamika ITCZ sangat mempengaruhi cuaca dan iklim di wilayah tropis katulistiwa, termasuk

benua-maritim Indonesia. ITCZ juga penting untuk diteliti karena berkaitan dengan ENSO, IODM, MJO dan Siklon Tropis. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pergerakan ITCZ dan hubungannya dengan monsun dan onset monsun di wilayah Indo-Australia.

Teori awal yang dominan tentang ITCZ dikemukakan oleh Charney pada tahun 1971 yang dikembangkan berdasar pada teori Convective Instability of Second Kind (CISK). Penelitian ITCZ selanjutnya dilakukan oleh Pike di tahun 1971 dan Sumi pada tahun 1992. Menurut teori ITCZ yang dikemukakan oleh Chao (2000,2001,2004), ITCZ cenderung menempati posisi lintang tertentu yang bersifat stabil. Pada posisi ini tercapai suatu kesetimbangan antara gaya tarik akibat rotasi bumi dan lokasi dari puncak SST. Menurut Chao, pergerakan lintang ITCZ dalam siklus tahunannya tidak selalu bertahap, tetapi kadang-kadang mengalami lompatan ke arah kutub di mana lompatan tersebut berkaitan dengan onset monsun.

## 2. DATA DAN METODA

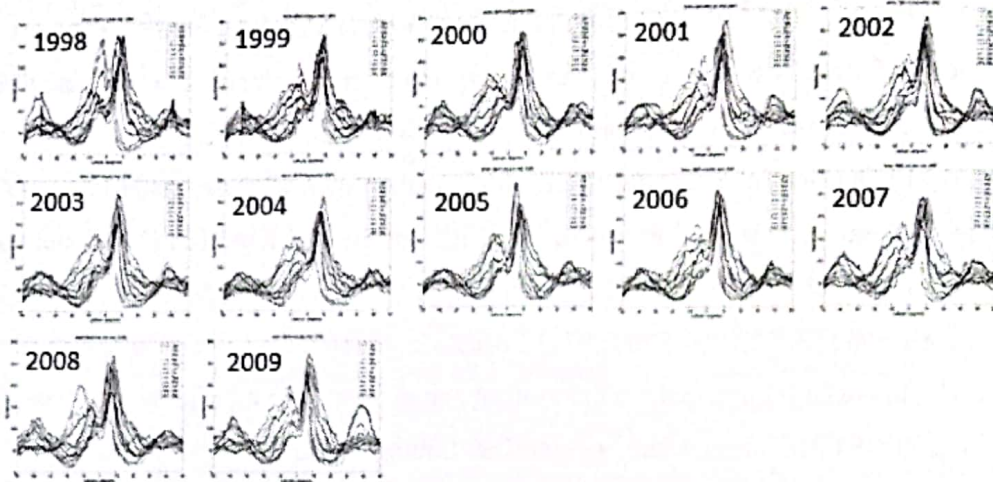
Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Data curah hujan grid rata-rata bulanan dari TRMM dataset 3B43 dengan domain pengamatan antara  $-50^{\circ}\text{S}$  –  $50^{\circ}\text{N}$  dan antara  $180^{\circ}\text{W}$  –  $180^{\circ}\text{E}$  selama tahun 1998-2009.
2. Data Indeks Monsun Indo-Australia harian dengan domain antara  $40^{\circ}\text{E}$ — $110^{\circ}\text{E}$  dan antara  $15^{\circ}\text{S}$ — $5^{\circ}\text{S}$  selama tahun 1998-2009. Data harian ini kemudian di rata-ratakan menjadi bulanan.

Dalam penelitian ini, posisi lintang dari ITCZ dari satelit TRMM ditentukan sebagai curah hujan maksimum dari rata-rata zonal-bulanan. Hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa zona konvergensi dari sirkulasi Hadley menghasilkan awan-awan yang paling tinggi dan tebal dan dengan demikian menghasilkan curah hujan yang paling besar. Analisis dilakukan dengan membandingkan pergerakan ITCZ dengan indeks monsun Indo-Australia dan mengidentifikasi bilamana lompatan ITCZ sesuai dengan perubahan tanda indeks monsun Indo-Australia.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 memperlihatkan profil curah hujan rata-rata zonal-bulanan terhadap lintang untuk bulan Januari s.d. Desember tahun 1998 s.d. 2009 hasil pengamatan satelit TRMM dataset 3B43.

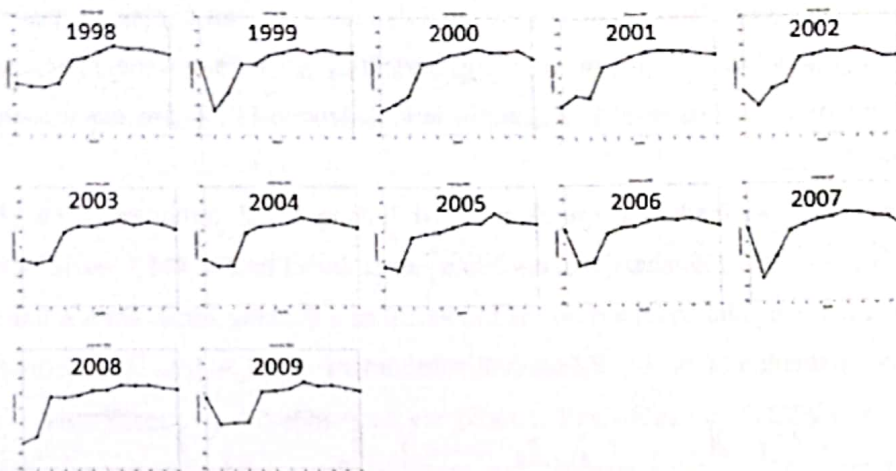


**Gambar 7.** Curah Hujan vs Lintang 1998-2009

Gambar 1 memperlihatkan bahwa profil curah hujan memperlihatkan sifat bimodalitas dari ITCZ yang diperlihatkan oleh dua maksima curah hujan di sebelah utara dan di sebelah selatan katulistiwa. Pada bulan-bulan DJF, maksima di sebelah selatan katulistiwa tampak lebih dominan, sedangkan pada bulan-bulan JJA, maksima di sebelah utara katulistiwa tampak lebih dominan. Namun bimodalitas tersebut tampak tidak simetris. Curah hujan maksimum di sebelah utara katulistiwa tampak lebih tinggi dibandingkan dengan maksimum di sebelah selatan katulistiwa. Hal ini kemungkinan karena ITCZ lebih sering berada di Belahan Bumi Utara (BBU) dibandingkan dengan Belahan Bumi Selatan (BBS). Hal ini terjadi karena perbedaan komposisi daratan/lautan di mana BBU memiliki lebih banyak daratan dibandingkan dengan BBS yang memiliki lebih banyak lautan. Pada saat BBU mengalami musim panas maka tekanan udara akan lebih rendah di BBU dibandingkan dengan di BBS sehingga angin akan bertiup dari BBS ke BBU. Sebaliknya apabila BBS mengalami musim panas maka tekanan udara akan lebih rendah di BBS dibandingkan dengan di BBU sehingga angin akan bertiup dari BBU ke BBS. Namun karena BBU didominasi oleh daratan sedangkan BBS didominasi oleh lautan, maka tekanan musim panas di BBU menjadi lebih rendah daripada di BBS, sehingga ITCZ terdorong lebih kuat ke arah utara dan lebih banyak menghabiskan waktu di BBU. Dengan demikian, asimetri dari ITCZ kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi daratan/lautan.

Gambar 2 memperlihatkan posisi lintang ITCZ rata-rata zonal-bulanan terhadap bulan (Januari s.d. Desember) tahun 1998 s.d 2009 hasil pengolahan data satelit TRMM. Dalam hal ini posisi lintang ITCZ ditentukan sebagai posisi lintang di mana rata-rata zonal-bulanan curah hujan mencapai maksimum. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa posisi ITCZ memiliki awan-awan yang paling tinggi dan tebal (menara cumulonimbus) dan dengan demikian

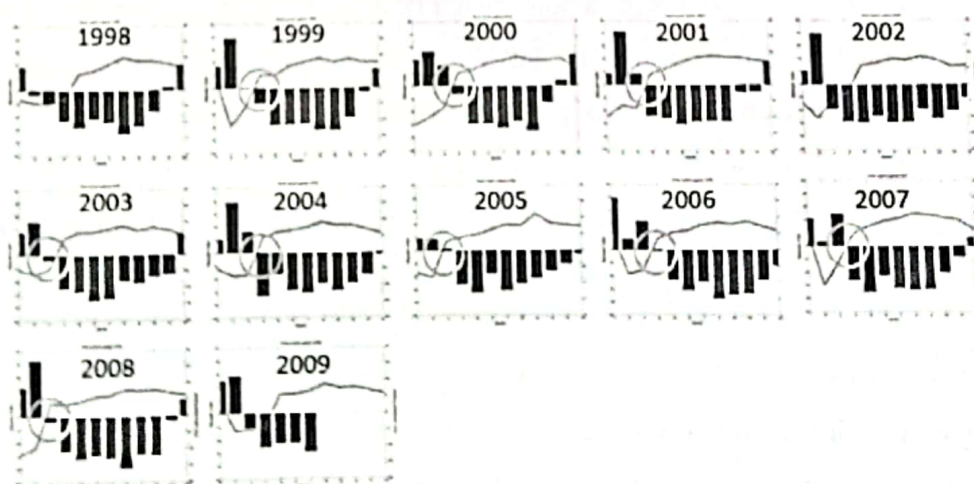
menghasilkan curah hujan yang paling lebat. Pada gambar 4 juga terdapat dua garis paralel yang lebih tipis di sebelah utara dan di sebelah selatan katulistiwa, yang menunjukkan dua maksima (bimodalitas) curah hujan di sebelah utara dan di sebelah selatan katulistiwa.



Gambar 8. Posisi Lintang ITCZ vs Lintang 1998-2009

Gambar 2 memperlihatkan bahwa pergerakan ITCZ menurut pengamatan curah hujan dengan satelit TRMM dalam siklus tahunannya tidak selalu bertahap, tetapi kadang-kadang mengalami lompatan ke arah utara atau ke arah selatan, di mana lompatan tersebut berkaitan dengan perpindahan atau pergantian modal.

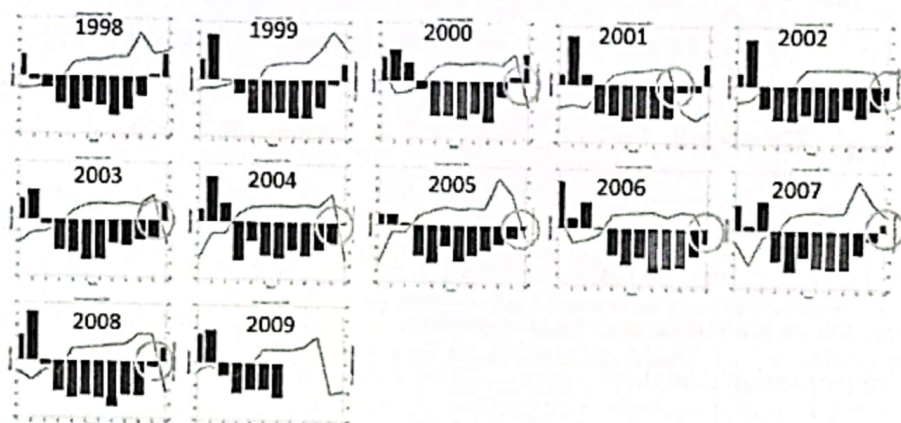
Gambar 3 memperlihatkan pergerakan posisi lintang ITCZ terhadap bulan (Januari s.d. Desember) tahun 1998-2009 hasil pengolahan data satelit TRMM (garis merah) dan perbandingannya dengan nilai indeks monsun Indo-Australia (batang biru).



Gambar 9. Posisi Lintang ITCZ & Indeks Monsun Indo-Australia vs Lintang 1998-2009

Gambar 3 memperlihatkan bahwa lompatan ITCZ dapat diamati secara konsisten terjadi selama tahun 1998 s.d. 2009 (12 tahun). Pada umumnya lompatan ITCZ dari selatan ke utara terjadi hampir bersamaan dengan perubahan tanda indeks monsun Indo-Australia dari positif menjadi negatif, terutama pada gambar yang ditandai dengan lingkaran kuning yang mewakili 9/12 kejadian atau 75% kejadian. Hal ini mendukung teori ITCZ dari Chao yang menyatakan bahwa monsun sesungguhnya merupakan sirkulasi angin terkait dengan ITCZ dan onset monsun terkait dengan lompatan ITCZ.

Gambar 4 memperlihatkan pergerakan posisi lintang ITCZ terhadap bulan (Januari s.d. Desember) tahun 1998-2009 hasil pengolahan data satelit TRMM (garis merah) dan perbandingannya dengan nilai indeks monsun Indo-Australia (batang biru). Dalam hal ini domain pengamatan untuk penentuan posisi ITCZ telah dibatasi antara  $110^{\circ}\text{E} - 140^{\circ}\text{E}$ .



**Gambar 10.** Posisi Lintang ITCZ & Indeks Monsun Indo-Australia vs Lintang 1998-2009

Gambar 4 memperlihatkan bahwa lompatan ITCZ juga dapat diamati secara konsisten terjadi selama tahun 1998 s.d. 2009 (12 tahun). Pada umumnya lompatan ITCZ dari utara ke selatan terjadi hampir bersamaan dengan perubahan tanda indeks monsun Indo-Australia dari negatif menjadi positif, terutama pada gambar yang ditandai dengan lingkaran kuning yang mewakili 9/12 kejadian atau 75% kejadian. Hal ini mendukung teori ITCZ dari Chao yang menyatakan bahwa monsun sesungguhnya merupakan sirkulasi angin terkait dengan ITCZ dan onset monsun terkait dengan lompatan ITCZ.

Hasil-hasil dari Gambar 3 dan Gambar 4 mengindikasikan bahwa onset monsun Australia banyak dipengaruhi oleh lompatan ITCZ global, sedangkan onset monsun Asia banyak dipengaruhi oleh lompatan ITCZ di wilayah Indo-Australia. Hal ini mengindikasikan bahwa awal musim kering di wilayah Indo-Australia banyak dipengaruhi oleh lompatan ITCZ yang bersifat global, sedangkan awal musim basah di wilayah Indo-Australia banyak dipengaruhi oleh lompatan ITCZ di wilayah

Indo-Australia itu sendiri, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh tekanan rendah di Benua Australia. Dengan demikian, Benua Australia kemungkinan memainkan peran yang penting dalam menentukan awal musim hujan di wilayah Indo-Australia.

Hasil-hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa lompatan ITCZ dan keterkaitannya dengan indeks monsun sebagaimana diprediksi oleh Chao berdasarkan model sirkulasi umum telah dapat dibuktikan melalui penelitian ini berdasarkan pengamatan dengan menggunakan satelit TRMM.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian telah dilakukan untuk mempelajari hubungan antara pergerakan ITCZ dengan monsun dan onset monsun di wilayah Indo-Australia berdasarkan pengamatan. Data yang digunakan terdiri dari data hujan dari satelit TRMM dari tahun 1998 s.d. 2009 dan data indeks monsun Indo-Australia untuk kurun waktu yang sama. Posisi lintang ITCZ ditentukan dari data satelit TRMM sebagai lintang dengan curah hujan rata-rata zonal yang tertinggi. Pergerakan ITCZ dalam siklus tahunan kemudian dibandingkan dengan nilai indeks monsun Indo-Australia.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kaitan yang cukup kuat antara lompatan ITCZ dari belahan bumi selatan ke belahan bumi utara atau sebaliknya dengan perubahan tanda indeks monsun Indo-Australia. Lompatan ITCZ dari selatan ke utara dan dari utara ke selatan terjadi secara konsisten selama tahun 1998-2009 (12 tahun). Dalam kurun waktu tersebut, kesesuaian antara lompatan ITCZ dengan onset monsun mencapai 75%, dan sisanya menunjukkan keterlambatan lompatan dibandingkan dengan onset monsun. Hasil-hasil ini mendukung teori yang dikembangkan oleh Chao yang menyatakan bahwa monsun merupakan sirkulasi yang terkait dengan ITCZ dan bahwa lompatan ITCZ berkaitan dengan onset monsun. Dengan demikian, lompatan ITCZ berpotensi untuk digunakan sebagai alternatif untuk mendeteksi onset monsun Indo-Australia.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa lompatan ITCZ dari selatan ke utara (awal musim kering di wilayah Indo-Australia) banyak dipengaruhi oleh lompatan ITCZ global, sedangkan lompatan ITCZ dari utara ke selatan (awal musim basah di wilayah Indo-Australia) banyak ditentukan oleh lompatan ITCZ di wilayah Indo-Australia, yang mengindikasikan pentingnya peran tekanan rendah di Benua Australia dalam menentukan awal musim basah di wilayah Indo-Australia.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Charney JG (1971) Tropical cyclogenesis and the formation of the ITCZ. *Mathematical Problems of Geophysical Fluid Dynamics*, W. H. Reid Ed. Lectures in Applied Mathematics Amer Math Soc 13: 355-368
-

- Pike (1971), Intertropical Convergence Zone Studied with an Interacting Atmosphere and Ocean Model, *Monthly Weather Review*, Vol. 99, No. 6, June 1971, pp. 469-477.
- Sumi A (1992) Pattern formation of convective activity over the aqua-planet with globally uniform sea surface temperature. *J Meteor Soc Japan* 70: 855-876.
- Chao (2000), Multiple Quasi Equilibria of the ITCZ and the Origin of Monsoon Onset, *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 57, 1 Marh 2000, pp. 641-651.
- Chao and Chen (2001), Multiple Quasi Equilibria of the ITCZ and the Origin of Monsoon Onset. Part II: Rotational ITCZ Attractors, *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 58, 15 September 2001, pp.2820-2831.
- Chao and Chen (2001), The Origin of Monsoons, *Journal of the Atmospheric Sciences*, Vol. 58, 15 November 2001, pp. 3497-3507.
- Chao WC, Chen B (2004) Single and double ITCZ in an aqua-planet model with constant SST and solar angle. *Clim Dynamics* 22: 447-459.