

DAMPAK VARIASI TEMPERATUR SAMUDERA PASIFIK DAN HINDIA EKUATORIAL TERHADAP CURAH HUJAN DI INDONESIA

OLEH :

Bayong Tjasyono HK^{*)}, Ruminta^{)}, Atika Lubis^{*)},
Sri Woro B. Harijono^{***)}, Ina Juaeni^{****)}**

Abstrak

Monsun menyebabkan variasi iklim musiman, sedangkan fenomena alam lain seperti El Niño, La Niña, Osilasi Selatan dan Dipol Osean Hindia menyebabkan variasi iklim non-musiman. Wilayah Indonesia dipengaruhi oleh rezim sirkulasi ekuatorial dan monsun dengan karakter yang berbeda. Rasio antara jumlah curah hujan dalam monsun Asia (DJF) dan dalam monsun Australia (JJA) lebih besar untuk tipe hujan monsun dari pada untuk tipe hujan ekuatorial. Pengaruh fenomena El Niño dan IOD (+) adalah penurunan jumlah curah hujan, sehingga masa tanam lebih pendek. Sebaliknya La Niña dan IOD (-) menyebabkan peningkatan jumlah curah hujan dengan demikian masa tanam lebih lama. Frekuensi kejadian El Niño, La Niña di Samudera Pasifik Ekuatorial dan Dipol Osean Hindia Ekuatorial kurang sering dibandingkan kondisi normalnya.

Abstract

Monsoon causes seasonal climate variation, while others natural phenomena such as El Niño, La Niña, Southern Oscillation and Indian Ocean Dipole (IOD) give occasion to non-seasonal climate variation. Indonesian region is under influence of both the equatorial and monsoonal circulation regimes of quite different character. Ratio between the amount of rainfall in Asian monsoon (DJF) and in Australian monsoon (JJA) is greater for monsoonal rain type than that for equatorial rain type. The influence of El Niño and IOD (+) phenomena is the diminution of rainfall amount, so that the growing season is shorter. On the contrary La Niña and IOD (-) cause the increase of rainfall amount, thus growing season is longer. Occurance frequencies of El Niño, La Niña in the Equatorial Pacific Ocean and IOD in the Equatorial Indian Ocean is less than that in normal conditions.

^{*)} Institut Teknologi Bandung

^{**)} Universitas Padjajaran, Bandung

^{***)} Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta

^{****)} Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Bandung

1. Pendahuluan

Meskipun monsun terjadi secara periodik, tetapi awal musim hujan dan musim kemarau tidak selalu sama sepanjang tahun. Ini disebabkan musim di Indonesia dipengaruhi oleh fenomena global seperti El Niño / La Niña, Osilasi Selatan, dan Dipole Mode Event (DME) atau *Indian Ocean Dipole* (IOD). El Niño / La Niña adalah fenomena anomali panas / dingin Samudera Pasifik ekuatorial tengah dan timur, sedangkan IOD adalah beda temperatur permukaan laut pantai timur Afrika dan pantai barat Sumatera^[1].

Monsun terdiri dari dua sirkulasi musiman berbeda yaitu sirkulasi antisislon kontinental pada musim dingin dan sirkulasi siklon kontinental pada musim panas dibelahan bumi utara (BBU) atau belahan bumi selatan (BBS). Monsun berhembus secara mantap dalam musim panas dan berhembus berlawanan dalam musim dingin belahan bumi. Hal ini menunjukkan adanya perubahan arah gradien tekanan dan perubahan cuaca utama. Di wilayah Indonesia, dikenal monsun Asia jika BBU musim dingin dan monsun Australia jika BBS musim dingin.

El Niño adalah gangguan kuasi periodik terhadap sistem iklim yang terjadi setiap beberapa tahun (sekitar 5 tahun). Pusat aktivitasnya terletak di Pasifik ekuatorial tetapi pengaruhnya terhadap sistem iklim meluas di luar Pasifik. El Niño adalah fasa panas dan sebaliknya La Niña adalah fasa dingin Pasifik ekuatorial tengah dan timur^[2].

Ada hubungan antara monsun, El Niño dan Osilasi Selatan^[3]. Musim kemarau panjang di Indonesia berkaitan dengan El Niño dan Indeks Osilasi Selatan negatif^[4]. Monsun juga berpengaruh dalam iklim global dan variabilitas monsun Asia Tenggara ditentukan oleh proses-proses kopel darat – laut – atmosfer^[5].

Fenomena El Niño / La Niña dan Osilasi Selatan dapat menimbulkan bencana kekeringan (*drought*), banjir (*floods*) dan bencana lain yang dapat mengacaukan dan merusak pertanian, perikanan, lingkungan, kesehatan, kebutuhan energi, kualitas udara dan sebagainya. ENSO adalah fenomena alam yang muncul dari perangkai (kopel) interaksi atmosfer – laut di Samudera Pasifik Tropis^[6]. El Niño (EN) sebagai komponen laut dan Osilasi Selatan (SO) sebagai komponen atmosfer dari fenomena ENSO.

Variabilitas iklim disebabkan oleh interaksi kompleks antara atmosfer, hidrosfer, kriosfer, litosfer dan biosfer. Usaha untuk memahami interaksi-interaksi ini terutama antara atmosfer dan laut difokuskan pada fenomena Osilasi Selatan tekanan udara antara Tahiti dan Darwin dengan fluktuasi tahunan antara fasa panas El Niño

dan fasa dingin La Niña di Samudera Pasifik Ekuatorial bagian tengah dan timur. Episode El Niño dan Osilasi Selatan sering disebut peristiwa ENSO (*El Niño and Southern Oscillation*). ENSO pada tahun 1982 dan 1997 dimana fasa panas El Niño mencapai amplitudo besar menyebabkan bencana alam kekeringan di Pasifik Tropis sebelah barat, termasuk wilayah Indonesia dan bencana alam banjir di Pasifik Tropis sebelah timur seperti Peru dan Ekuador.

Ada koneksi yang kuat antara deret waktu temperatur permukaan laut (TPL) dan indeks osilasi selatan (IOS) yaitu beda tekanan udara antara Tahiti dan Darwin. Jika perairan Pasifik tropis bagian timur menjadi panas (episode El Niño), maka tekanan udara permukaan laut turun di Pasifik timur dan naik di Pasifik barat (IOS negatif). Penurunan gradien tekanan zonal (barat – timur) diikuti dengan melemahnya angin pasat timuran pada lintang-lintang rendah.

Fenomena Dipol Osean Hindia (*Indian Ocean Dipole*) dan ENSO mempunyai dampak terhadap curah hujan di Indonesia. Fenomena Dipol Osean Hindia disebabkan oleh interaksi atmosfer – laut di Samudera Hindia ekuatorial, dimana terjadi beda temperatur permukaan laut antara Samudera Hindia tropis bagian barat atau pantai Afrika timur dan Samudera Hindia tropis bagian timur atau pantai barat Sumatera^[7].

Indeks IOD (*Indian Ocean Dipole*) atau indeks DM (*Dipole Mode*) didefinisikan sebagai beda anomali temperatur permukaan laut (TPL) lintang 10° S – ekuator/bujur 90° – 110° T atau Samudera Hindia Ekuatorial bagian timur dan lintang 10° S – 10° U / bujur 50° – 70° T atau Samudera Hindia Ekuatorial bagian barat^[8]. Nilai indeks $> 0,35$ digolongkan sebagai IOD (+) dan $< -0,35$ digolongkan sebagai IOD (-).

IOD (+) artinya temperatur permukaan laut (TPL) dipantai timur Afrika lebih tinggi dari pada TPL dipantai barat Sumatera, sebaliknya adalah IOD (-). Dengan demikian IOD (+) adalah fasa dingin laut pantai barat Sumatera, sehingga konveksi melemah, sebaliknya IOD (-) adalah fasa panas laut pantai barat Sumatera, sehingga konveksi menguat.

2. Metode Analisis

Peristiwa Alam yang ditinjau adalah Indian Ocean Dipole (IOD) atau Dipole Mode yaitu beda temperatur permukaan laut pantai timur Afrika dan Pantai barat Sumatera dan El Niño / La Niña yaitu kenaikan / penurunan temperatur permukaan laut Samudera Pasifik Ekuatorial tengah dan timur. Untuk menganalisis musim

dipakai data jumlah curah hujan bulanan dari beberapa stasiun selektif di Indonesia. Data ini diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Pusat selama pengamatan 40 tahun (1961 – 2000). Data curah hujan bulanan, kemudian dijadikan data musiman yaitu musim monsun barat (Desember – Januari – Februari), musim pancaroba ke 1 (Maret – April – Mei), musim monsun timur (Juni – Juli – Agustus) dan musim pancaroba ke 2 (September – Oktober – November). Data curah hujan musiman kemudian dikombinasikan dengan data fenomena alam^[1], seperti El Niño / La Niña, IOD (+) / IOD (-) dan kondisi normal.

Data curah hujan bulanan kemudian dikelompokkan menjadi jumlah curah hujan < 150 mm dan ≥ 150 mm per bulan. Batas 150 mm berasal dari kriteria BMG dalam menentukan batas antara musim kemarau dan musim hujan yaitu jumlah curah hujan per dasarian (decad) adalah 50 mm. Jika jumlah curah hujan 1 dekad dan dekad berikutnya kurang dari 50 mm, musim kemarau tiba dan jika jumlah curah hujan 1 dekad dan dekad berikutnya sama dengan atau lebih 50 mm, maka mulai musim hujan. Data mentah (*raw data*) kemudian dimodifikasi dan hasilnya dianalisis. Data curah hujan yang dipakai adalah hasil pengamatan 40 tahun yang berarti lebih dari periode normal (30 tahun). Tabel 1, menunjukkan jumlah bulan dengan curah hujan lebih kecil 150 mm dalam fenomena El Niño / IOD (+) dan La Niña / IOD (-) selama periode 1961 – 2000.

Tabel 1. Jumlah bulan rata-rata dengan curah hujan lebih kecil 150 mm (1961–2000).

| Stasiun Hujan | Fenomena El Nino, IOD (+) | Fenomena La Nina, IOD (-) |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Aceh | 8,2 | 8,1 |
| Padang | 2,8 | 1,9 |
| Medan | 6,0 | 5,0 |
| Jakarta | 7,5 | 6,9 |
| Banjarmasin | 6,0 | 3,1 |
| Pontianak | 3,3 | 1,7 |
| Pangkal Pinang | 5,9 | 3,3 |
| Madiun | 7,1 | 6,1 |
| Ujung Pandang | 6,9 | 4,7 |
| Manado | 4,9 | 1,9 |
| Sentani | 7,0 | 6,9 |
| Sorong | 5,4 | 2,4 |

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam peristiwa El Niño terjadi subsidensi udara atas di Pasifik barat termasuk Indonesia, sehingga konveksi kurang aktif ketika tahun El Niño. Sebaliknya dalam peristiwa La Niña konveksi menjadi kuat di atas wilayah Indonesia. Pada umumnya jumlah curah hujan di bawah normal ketika tahun El Niño tetapi di atas normal ketika tahun La Niña. Peristiwa El Niño dan La Niña menyebabkan variasi non musiman di wilayah Indonesia^[9].

Fenomena Dipol Osean Hindia (*Indian Ocean Dipole*, IOD atau Dipole Mode, DM) adalah interaksi atmosfer – laut di Samudera Hindia Equatorial bagian timur dan bagian barat, yaitu beda temperature permukaan laut (TPL) di pantai Afrika timur dan pantai barat Sumatera^[7,8]. Ketika IOD (+), konveksi di Samudera Hindia bagian timur lebih kuat ketimbang di Samudera Hindia bagian barat. Sebaliknya, ketika IOD (-), konveksi di Samudera Hindia bagian timur lebih lemah dari pada di Samudera Hindia bagian barat.

Area monsun ditetapkan dari indeks monsun Khromov dengan memperhatikan daerah yang mempunyai arah angin utama (*prevailing wind*) menyimpang sekurangnya 120^0 antara bulan Januari dan Juli. Kemudian indeks monsun daerah yang diselidiki dihitung dari frekuensi arah angin rata-rata dalam delapan penjurua pada bulan Januari dan Juli dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_{Kh} = \frac{F_{Jan} - F_{Jul}}{2} \quad (1)$$

dimana :

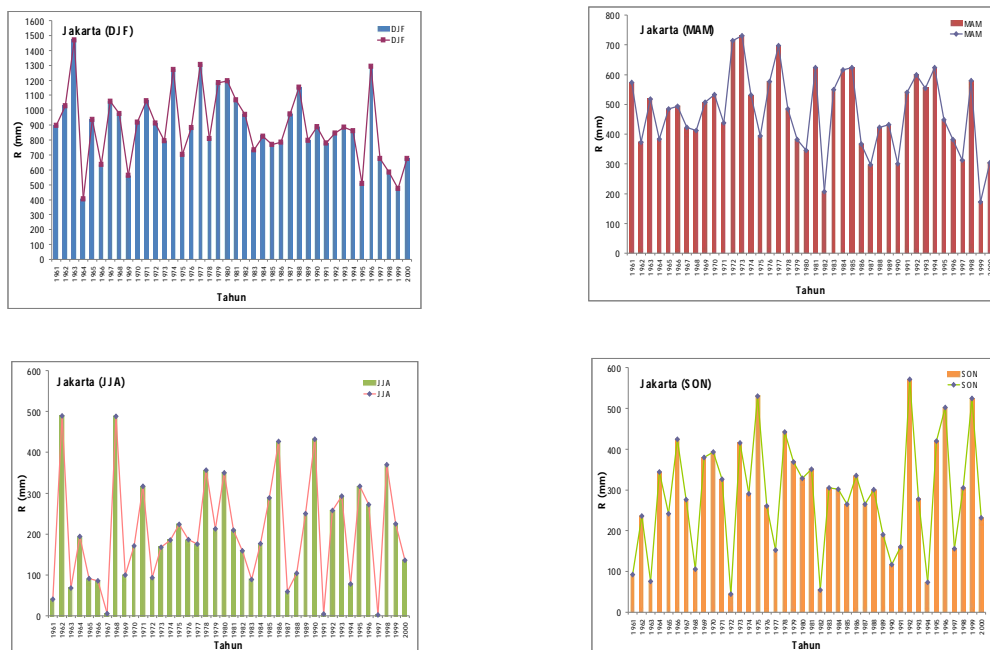
F_{Jan} : Frekuensi arah angin utama rata-rata dalam bulan Januari (%)

F_{Jul} : Frekuensi arah angin utama rata-rata dalam bulan Juli (%)

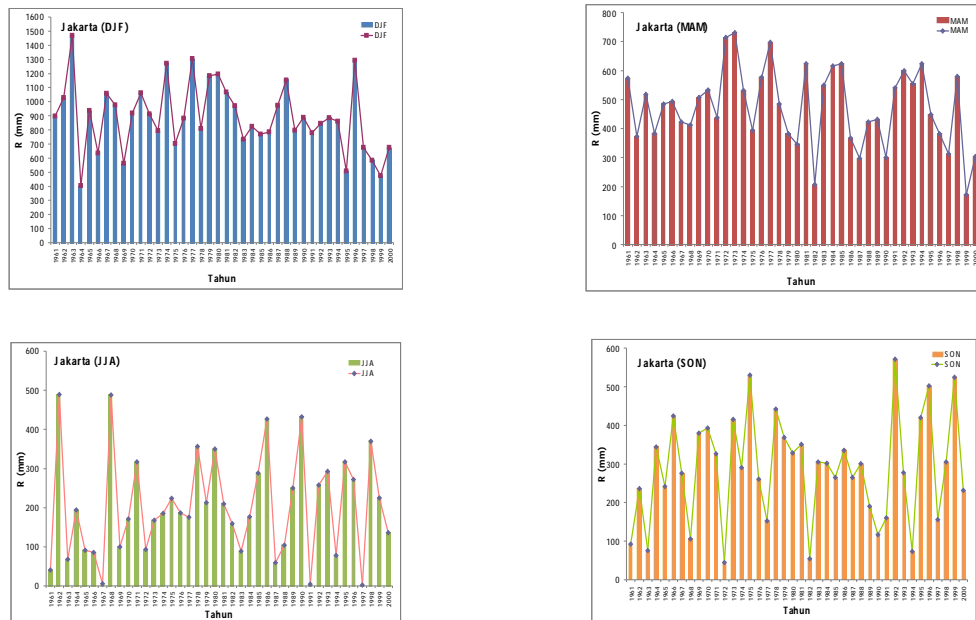
Dari indeks monsun Khromov (I_{Kh}) ditetapkan daerah dengan $I_{Kh} \geq 40\%$ adalah monsun dan $I_{Kh} \leq 40\%$ adalah non monsun^[10]. Area Jakarta mempunyai indeks monsun 51%, sehingga area ini termasuk dalam daerah monsun. Dalam tipe hujan monsun bentuk distribusi bulanan curah hujan menyerupai huruf “U” atau “V”. Rasio antara jumlah curah hujan dalam monsun Asia (DJF) dan dalam monsun Australia (JJA) secara rata-rata jauh lebih besar dari satu yaitu sebesar 23,1 untuk area Jakarta. Ini menunjukkan bahwa monsun Asia (monsun Barat) lebih lembap dari pada monsun Australia (monsun Timur). Beda kelembapan kedua monsun ini disebabkan oleh luasnya lautan yang ditempuh oleh monsun. Monsun Asia lebih jauh atau lebih luas mengarungi perairan sehingga lebih banyak mengandung kadar uap air (lebih lembap) dibandingkan dengan monsun Australia.

Dalam tipe hujan ekuatorial bentuk distribusi bulanan curah hujan menunjukkan maksima ganda (*double maxima*). Jumlah curah hujan maksimum terjadi ketika kedudukan matahari disekitar ekuator^[11]. Kedudukan matahari di ekuator disebut ekinoks (*equinox*). Ketika ekinoks lamanya siang dan malam sama untuk seluruh tempat-tempat dimuka bumi, tetapi insolasi (radiasi yang diterima bumi) paling besar diekuator dan menjadi lemah makin menuju kelintang-lintang tinggi, sehingga di kutub-kutub bumi insolasinya paling kecil. Peristiwa ekinoks ditunjukkan oleh curah hujan di Pontianak (lintang 0⁰) yaitu rasio antara jumlah curah hujan DJF dan JJA secara rata-rata mendekati satu yaitu sebesar 1,6. Jumlah curah hujan tipe ekuatorial lebih dipengaruhi oleh fenomena ekinoks dari pada oleh monsun Australasia.

Menurut BMG (Badan Meteorologi dan Geofisika), musim kemarau didefinisikan sebagai periode dimana jumlah curah hujan bulanan kurang dari 150 mm dan sebaliknya adalah musim hujan^[19]. Definisi ini mengharuskan bahwa musim pancaroba ke 1 dan ke 2 di Indonesia sebagian masuk dalam musim kemarau dan sebagian masuk dalam musim hujan. Letak geografis suatu tempat di Wilayah Indonesia menentukan dalam menanggapi aktivitas El Niño, karena itu dampak El Niño terhadap kekeringan tidak dialami oleh semua tempat di Indonesia. Dalam musim kemarau pengaruh El Niño lebih signifikan dari pada dalam musim hujan. Gambar 1, menunjukkan jumlah curah hujan musiman untuk tipe hujan monsunal (Jakarta) dan tipe hujan ekuatorial (Pontianak).



Gambar 1a. Jumlah curah hujan musiman DJF, MAM, JJA dan SON, Jakarta.



Gambar 1b. Jumlah curah hujan musiman DJF, MAM, JJA dan SON, Pontianak.

Dari pengamatan 40 tahun (1961 – 2000), diperoleh frekuensi kejadian El Niño (37,5%) dan La Niña (17,5%) di Samudera Pasifik Ekuatorial kurang sering dibandingkan keadaan normalnya (45%). Frekuensi kejadian IOD (+) dan IOD (-) di Samudera Hindia Ekuatorial masing-masing adalah 22,5% dan 20,0%, sedangkan keadaan normalnya adalah 57,5%. Ini berarti kondisi jungkat – jungkit (*seesaw*) memanas dan mendingin Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial lebih jarang dari pada kondisi normalnya.

Tabel 1, menunjukkan jumlah bulan dengan curah hujan lebih kecil 150 mm pada tahun El Niño bersamaan (IOD (+) dan La Niña bersamaan IOD (-) untuk Stasiun selektif di Indonesia. Seluruh stasiun hujan yang ditinjau menunjukkan bahwa jumlah bulan dengan curah hujan kurang dari 150 mm dalam fenomena El Niño bersamaan IOD (+) lebih besar dibandingkan dalam tahun-tahun La Niña bersamaan IOD (-).

Tabel 2.a dan 2b, menunjukkan jumlah curah hujan musiman dan tahunan dalam fenomena El Niño / IOD (+) dan La Niña / IOD (-) untuk sampel tipe hujan Monsunal (Jakarta) dan tipe hujan ekuatorial (Pontianak). Pengaruh fenomena El Niño / IOD (+) adalah jumlah curah hujan tahunan dan JJASON menurun baik untuk tipe Monsunal maupun ekuatorial. Menurunnya jumlah curah hujan disebabkan Samudera Pasifik Ekuatorial Barat dan Samudera Hindia Ekuatorial Timur (atau perairan di

sekitar Indonesia) mendingin, sehingga konveksi di atas wilayah Indonesia lemah, sedangkan di Samudera Pasifik Ekuatorial Timur dan Hindia Ekuatorial barat memanas pada tahun-tahun El Niño / IOD (+), sehingga di wilayah ini konveksi menjadi kuat.

Tabel 2a. Curah hujan musiman (mm) ketika fenomena El Niño bersamaan IOD (+).

| Tahun | El Niño / IOD (+) | J A K A R T A | | | | P O N T I A N A K | | | |
|--------------------------|-------------------|----------------|------------|-----------|------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | | DJF | MAM | JJA | SON | DJF | MAM | JJA | SON |
| 1961 | El Niño / IOD (+) | 977 | 573 | 41 | 92 | 529 | 1021 | 195 | 734 |
| 1963 | El Niño / IOD (+) | 1169 | 517 | 68 | 76 | 909 | 772 | 534 | 624 |
| 1965 | El Niño | 1145 | 484 | 91 | 242 | 489 | 760 | 361 | 1008 |
| 1967 | El Niño / IOD (+) | 1201 | 423 | 6 | 276 | 1037 | 910 | 214 | 1135 |
| 1969 | El Niño | 467 | 507 | 100 | 380 | 847 | 1199 | 1464 | 1382 |
| 1972 | El Niño / IOD (+) | 937 | 714 | 93 | 44 | 814 | 641 | 312 | 778 |
| 1976 | El Niño | 938 | 577 | 187 | 260 | 582 | 472 | 502 | 952 |
| 1977 | El Niño / IOD (+) | 1478 | 697 | 176 | 152 | 786 | 847 | 759 | 852 |
| 1982 | El Niño / IOD (+) | 773 | 207 | 159 | 54 | 712 | 652 | 241 | 1075 |
| 1983 | El Niño | 777 | 550 | 89 | 305 | 1272 | 795 | 829 | 1265 |
| 1987 | El Niño | 1274 | 298 | 59 | 265 | 719 | 1332 | 772 | 958 |
| 1991 | El Niño | 732 | 541 | 4 | 160 | 599 | 424 | 222 | 574 |
| 1993 | El Niño | 832 | 554 | 293 | 277 | 567 | 879 | 387 | 607 |
| 1994 | El Niño / IOD (+) | 801 | 624 | 78 | 73 | 961 | 584 | 392 | 587 |
| 1997 | El Niño / IOD (+) | 626 | 312 | 2 | 156 | 457 | 646 | 523 | 491 |
| Rata-rata musiman | | 942 | 505 | 96 | 188 | 752 | 796 | 514 | 868 |
| Rata-rata tahunan | | 1731 mm | | | | 2930 mm | | | |

Tabel 2b. Curah hujan musiman (mm) ketika fenomena La Niña bersamaan IOD (-).

| Tahun | La Niña / IOD (-) | J A K A R T A | | | | P O N T I A N A K | | | |
|--------------------------|-------------------|----------------|------------|------------|------------|-------------------|------------|------------|-------------|
| | | DJF | MAM | JJA | SON | DJF | MAM | JJA | SON |
| 1964 | La Niña / IOD (-) | 376 | 383 | 194 | 344 | 877 | 788 | 471 | 1095 |
| 1970 | La Niña / IOD (-) | 1085 | 533 | 171 | 393 | 901 | 1109 | 1076 | 1340 |
| 1971 | La Niña | 914 | 438 | 317 | 326 | 536 | 429 | 596 | 1556 |
| 1973 | La Niña | 908 | 731 | 168 | 415 | 1024 | 868 | 831 | 1272 |
| 1975 | La Niña / IOD (-) | 552 | 394 | 224 | 530 | 966 | 643 | 447 | 902 |
| 1988 | La Niña | 805 | 423 | 104 | 301 | 540 | 1021 | 852 | 1061 |
| 1999 | La Niña | 649 | 172 | 225 | 524 | 785 | 596 | 505 | 789 |
| Rata-rata musiman | | 756 | 439 | 201 | 405 | 804 | 779 | 683 | 1145 |
| Rata-rata tahunan | | 1801 mm | | | | 3411 mm | | | |

IOD (*Indian Ocean Dipole*) atau DM (*Dipole Mode*) memberi dampak terhadap curah hujan di Sumatera barat. Ketika IOD (+), wilayah Sumatera Barat pada umumnya memiliki curah hujan di bawah normal yaitu < 85% dari rata-rata curah hujan periode normalnya (rata-rata selama 30 tahun). Sedangkan pada saat IOD (-) curah hujan di Sumatera barat mengalami peningkatan dari periode normalnya yang terjadi pada bulan JJA (Juni – Juli – Agustus) dan SON (September – Oktober – November). Jadi IOD (-) mempercepat datangnya musim hujan dan IOD (+) memperpanjang musim kemarau^[12].

Tabel 3, menunjukkan jumlah bulan dengan curah hujan $R < 150$ mm yang pada tahun-tahun IOD (+) lebih besar (3,7) dibandingkan pada tahun-tahun IOD (-) yaitu sebesar 2,4. Pada tahun-tahun IOD (+), temperatur permukaan laut di Samudera Hindia bagian timur (pantai barat Sumatera) mendingin sehingga konveksi lemah. Sedangkan pada fenomena IOD (-), temperatur permukaan laut di Samudera Hindia bagian timur memanas, sehingga konveksi kuat akibatnya jumlah curah hujan meningkat atau jumlah bulan dengan $R < 150$ mm mengecil.

Tabel 3. Jumlah bulanan dengan curah hujan lebih kecil 150 mm pada tahun-tahun IOD (*Indian Ocean Dipole*) di Stasiun Padang, Sumatera Barat (1961–2000).

| Tahun | Fenomena IOD (+) | Tahun | Fenomena IOD (-) |
|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1961 | 6 | 1964 | 8 |
| 1963 | 6 | 1970 | 0 |
| 1967 | 3 | 1975 | 1 |
| 1972 | 0 | 1978 | 1 |
| 1977 | 1 | 1984 | 1 |
| 1982 | 4 | 1989 | 4 |
| 1994 | 5 | 1992 | 1 |
| 1997 | 7 | 1996 | 3 |
| 1998 | 1 | | |
| Rata-rata : 3,7 | | Rata-rata : 2,4 | |

Jumlah curah hujan musiman di Padang meningkat dalam fenomena IOD (-) dibandingkan dalam fenomena IOD (+), terutama dalam bulan MAM, JJA dan SON. Jumlah curah hujan rata-rata tahunan juga lebih besar dalam fenomena IOD (-) yaitu sebesar 3302 mm dari pada dalam fenomena IOD (+) yaitu sebesar 2975 mm. Kenaikan jumlah curah hujan dalam fenomena IOD (-) disebabkan perairan di

Samudera Hindia bagian timur memanas sehingga konveksi meningkat dibandingkan dalam fenomena IOD (+) dimana perairan disini mendingin sehingga konveksi melemah. Tabel 4, menunjukkan curah hujan musiman di Padang, Sumatera Barat ketika terjadi fenomena IOD (*Indian Ocean Dipole*).

Tabel 4. Jumlah curah hujan musiman (mm) dalam fenomena IOD (*Indian Ocean Dipole*) di Padang, Sumatera Barat (1961–2000).

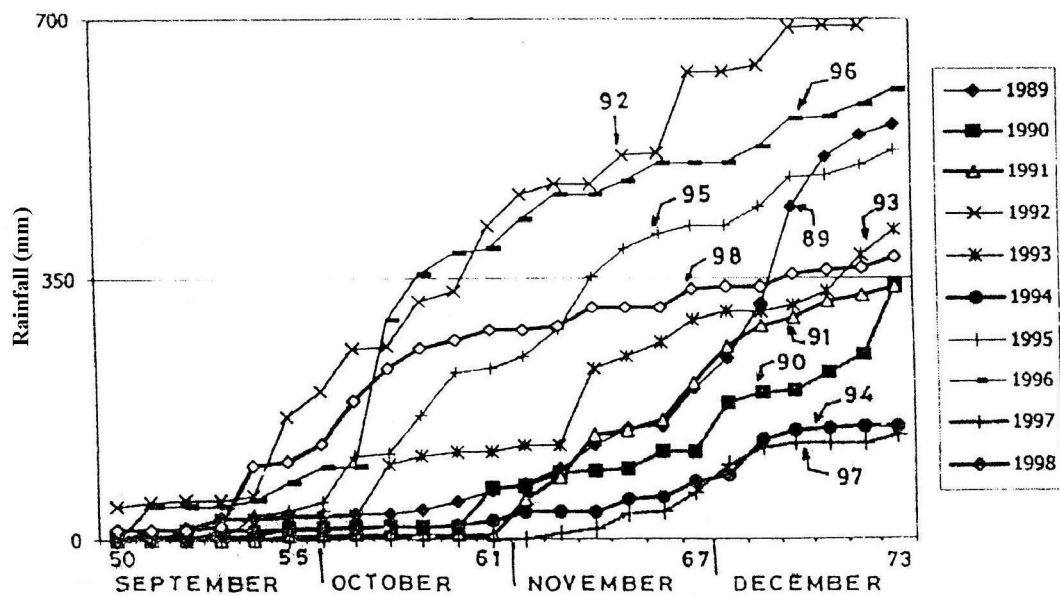
| Tahun | Fenomena (IOD) (+) | | | | Tahun | Fenomena IOD (-) | | | |
|------------------------------------|--------------------|------|------|------|------------------------------------|------------------|------|------|------|
| | DJF | MAM | JJA | SON | | DJF | MAM | JJA | SON |
| 1961 | 647 | 306 | 587 | 321 | 1964 | 793 | 547 | 339 | 331 |
| 1963 | 937 | 447 | 73 | 483 | 1970 | 744 | 1058 | 932 | 1501 |
| 1967 | 1112 | 834 | 560 | 879 | 1975 | 920 | 799 | 733 | 774 |
| 1972 | 1243 | 1329 | 676 | 1187 | 1978 | 593 | 852 | 1312 | 1120 |
| 1977 | 983 | 907 | 1218 | 1330 | 1984 | 1119 | 684 | 659 | 1634 |
| 1982 | 618 | 584 | 401 | 825 | 1989 | 532 | 664 | 435 | 821 |
| 1994 | 933 | 475 | 489 | 454 | 1992 | 615 | 617 | 715 | 926 |
| 1997 | 317 | 558 | 371 | 138 | 1996 | 910 | 862 | 925 | 957 |
| 1998 | 844 | 776 | 1488 | 1452 | | | | | |
| Rata² | 848 | 691 | 651 | 785 | Rata² | 778 | 760 | 756 | 1008 |
| Rata-rata tahunan : 2975 mm | | | | | Rata-rata tahunan : 3302 mm | | | | |

El Niño merupakan fenomena global yang sangat mempengaruhi hidrometeorologi di daerah Asia Tenggara dan Australia dengan variabilitas curah hujan yang dipengaruhi oleh intensitas El Niño. Kekeringan dan banjir merupakan konsekuensi dari tingginya variabilitas El Niño. Tahun kering di Indonesia akibat terjadinya El Niño dan tahun basah merupakan pengaruh terjadinya La Niña yang intensif^[13,14]. Terjadinya El Niño dan La Niña menyebabkan terjadi perubahan pola curah hujan di Indonesia yang berdampak pada perubahan periode masa tanam (*growing season*), pola tanam, dan awal tanam.

Jumlah curah hujan dalam periode transisi antara bulan-bulan kering dan musim hujan sangat penting dalam pertanian. Efek curah hujan dalam periode transisi adalah memberikan kelembapan tanah setelah mengalami kekeringan selama musim kemarau. Diambil 1 September atau pentad (5 hari) ke 50 sebagai permulaan periode transisi di area Jawa Barat. Diusulkan bahwa jumlah curah hujan kumulatif pada paras (*level*) 350 mm adalah kriteria yang cocok untuk menunjukkan akhir periode transisi. Kriteria 350 mm, terutama memperhitungkan budaya bercocok tanam padi, dimana

jumlah curah hujan 350 mm ini setelah pentad ke 50, tanah pada umumnya cukup lembap sehingga petani menyiapkan benih untuk tanam padi musim hujan^[15].

Sifat hujan dinyatakan dalam durasi periode transisi yaitu lamanya waktu yang diperlukan setelah pentad ke 50 sehingga jumlah curah hujan mencapai suatu paras 350 mm. Gambar 2, menunjukkan curah hujan kumulatif dari pentad ke 50 sampai pentad ke 73 untuk area Jakarta. Peristiwa El Niño menyebabkan periode transisi lebih panjang dibandingkan rata-ratanya, seperti El Niño 1997. Dengan demikian, El Niño memperpanjang musim kemarau atau memperpendek musim hujan yang berarti bahwa bercocok tanam padi sangat terlambat karena jumlah curah hujan kumulatif 350 mm dicapai sangat terlambat^[16].



Gambar 2. Curah hujan kumulatif dari pentad ke 50 (3 September) sampai pentad ke 73 (31 Desember) di Jakarta.

4. Kesimpulan

- Rasio antara jumlah curah hujan dalam monsun Asia (Desember – Januari – Februari) dan dalam monsun Australia (Juni – Juli – Agustus) secara rata-rata jauh lebih besar dari satu (23,1) untuk tipe hujan monsun, mendekati nilai satu (1,6) untuk tipe hujan ekuatorial.
- Frekuensi kejadian El Niño dan La Niña di Samudera Pasifik Ekuatorial kurang sering dibandingkan kondisi normalnya. Demikian juga frekuensi kejadian IOD (*Indian Ocean Dipole*) baik IOD (+) maupun IOD (-) di Samudera Hindia Ekuatorial menunjukkan kejadian kurang sering dibandingkan kondisi normalnya.

- Jumlah bulan dengan curah hujan kurang dari 150 mm dalam fenomena El Niño bersamaan IOD (+) lebih besar dibandingkan dalam tahun-tahun La Niña bersamaan IOD (-).
- Pengaruh fenomena El Niño / IOD (+) adalah penurunan jumlah curah hujan tahunan dan musiman terutama Juni – Juli – Agustus (JJA) dan September – Oktober – November (SON) baik untuk tipe hujan monsunal maupun tipe hujan ekuatorial, sehingga masa tanam (*growing season*) lebih pendek. Sebaliknya La Niña dan IOD (-) menyebabkan kenaikan jumlah curah hujan, sehingga masa tanam lebih panjang.
- Peristiwa El Niño menyebabkan periode transisi menjadi panjang dibandingkan rata-ratanya. Dengan demikian El Niño memperpanjang musim kemarau atau memperpendek musim hujan yang berarti bahwa bercocok tanam padi sangat terlambat.

Ucapan Terima Kasih

Riset ini dibiayai oleh ITB berdasarkan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian No. : 040f.I/K01.08/PP/2007, LPPM – ITB.

Daftar Pustaka

1. Yamagata, T., Swadhin K. Behera, S. A. Rao, Zhooyong Guan, Karamuri A., and H. N. Saji, 2002. The Indian Dipole, A Physical Entity Exchanges No. 24, Southampton UK.
2. Trenberth, K. E., 1996. El Niño Definition, Workshop on ENSO and Monsoon, ICTP, Trieste, Italy.
3. Rasmesson, E. N. and T. H. Carpenter, 1983. The relationship between the Eastern Pacific Sea Surface Temperature and Rainfall over India and Sri Lanka, Mon. Wea. Rev., Vol. III.
4. Bayong Tjasyono HK., and Zadrach L. D., 1996. The Impact of El Niño on Season in Indonesian Monsoon Region, Proc. of the International Workshop on the Climate System of Monsoon Asia, Kyoto, Japan.
5. Yasunari, T., 1991. Role of Monsoon on Global Climate, The Third International Symposium on Equatorial Atmosphere Observation over Indonesia, RASC – BPPT, Jakarta.
6. Trenberth, K. E., 1996. El Niño – Southern Oscillation, Workshop on ENSO and Monsoon, ICTP, Trieste, Italy.

7. Yamagata, T., Lizuka, S. And Matsura, T., 2000. Successful Reproduction of the Dipole Mode Phenomenon in the Indian Ocean Using a Model – Advance toward the Prediction of Climate Change, *Geophysical Research Letter*.
8. Saji, N. H., B. N. Goswami, P. N. Vinayachandran, and T. Yamagata, 1999. A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean, *Nature* Vol. 401, 360 – 363.
9. Bayong Tjasyono H. K., 2007. Variasi iklim musiman dan non musiman di Indonesia, *Lokakarya Meteorologi, Geofisika, dan Klimatologi untuk Media dan Pengguna Jasa*, BMG, Hotel NAM Center, Jakarta.
10. Ramage, C. S., 1971. *Monsoon Meteorology*, Academic Press, New York.
11. Bayong Tjasyono HK., and A. M. Mustofa, 2000. Seasonal Rainfall Variation over Monsoonal Areas, *JTM*, Vol. VIII, No. 4, ITB, Bandung.
12. Eva Gusmira, 2005. Pengaruh Dipole Mode terhadap angin zonal dan curah hujan di Sumatera Barat, Tesis bidang khusus Sains Atmosfer, ITB, Bandung.
13. Brumbelow, K., and A. Georgakakas, 2005. Consideration of Climate Variability and Change in Agricultural Water Resources Planning, *J. Water Resources Planning and Management*, W.R/2005/022915.
14. Lim, J. T., 1998. ENSO and its relationship to haze and forest fire in Southeast Asia, *Malaysian Meteorological Service*, Petaling Jaya, Selangor.
15. Schmidt, F. H. And J. V. der Vecht, 1952. East monsoon fluctuation in Java and Madura during the period 1880 – 1940. *Verhandelingen* No. 43, Jakarta.
16. Bayong Tjasyono H. K., 2006. Impact of El Niño on rice planting in the Indonesian monsoonal areas, *The International Workshop on Agrometeorology*, BMG, Jakarta.