

# **KAJIAN VARIABILITAS MUSIM DAN ANALISIS DAMPAK MADDEN-JULIAN OSCILLATION DI JAWA BAGIAN UTARA**

## ***STUDY OF SEASONAL VARIABILITY AND IMPACT OF MADDEN-JULIAN OSCILLATION ANALYSIS IN NORTHERN OF JAVA***

Dani Irwansyah

Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (STMKG), Jl.Perhubungan I no.5, Komplek Meteo DEPHUB, Pondok Betung, Bintaro  
Pos-el: [danirwansyah@gmail.com](mailto:danirwansyah@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*The northern region of the island of Java is one of Indonesia region which has many ports with important role in economic development, is geographically located around the equator and near the water, with the intensity of rainfall is quite high and the entry in the propagation area Madden-Julian Oscillation (MJO) make this area as an area that needs to be studied association with the Madden-Julian oscillation. By using real-time index Multivariate MJO (RMM) which is then processed with rainfall data from 6 meteorological stations and 1 record rainfall postal cooperation, using statistical methods to be associated at each phase of MJO with daily rainfall for 30 years. Broadly speaking, in each phase of the MJO enough to affect the variability of rainfall and the summer in the northern of Java.*

*Keywords: rain, MJO, season, oscillation*

### **ABSTRAK**

Wilayah pulau Jawa bagian utara merupakan salah satu wilayah Indonesia yang memiliki banyak pelabuhan dengan peran sangat strategis dalam pembangunan ekonomi, secara geografis berada disekitar garis ekuator dan dekat perairan. Dengan intensitas curah hujan yang cukup tinggi serta masuk dalam daerah propagasi *Madden-Julian Oscillation* (MJO) dapat menjadikan wilayah ini sebagai daerah yang perlu untuk dikaji keterkaitannya dengan MJO. Dengan menggunakan Indeks *Real-time Multivariate MJO* (RMM) yang kemudian diolah dengan data curah hujan dari 6 Stasiun Meteorologi dan 1 data pos hujan kerjasama, menggunakan metode statistik untuk dikaitkan pada tiap-tiap fase MJO dengan curah hujan dasarian selama 30 tahun. Secara garis besar, pada tiap-tiap fase MJO cukup berpengaruh terhadap variabilitas curah hujan dan musim di wilayah utara pulau Jawa.

Kata kunci: hujan, MJO, musim, osilasi

### **PENDAHULUAN**

Sebagai negara maritim, peran pelabuhan sangat vital dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Karena itu, pelabuhan tidak saja digunakan untuk kegiatan perdagangan antarpulau dan antarnegara melainkan juga digunakan untuk mobilitas manusia dari satu daerah ke daerah lain.<sup>1</sup> Pulau Jawa bagian utara merupakan salah satu kawasan ekonomi pelabuhan di Indonesia, dimana fenomena cuaca mempunyai kendali dalam kegiatan ekonomi maupun kehidupan sosial masyarakat di wilayah tersebut karena secara geografis berada di sekitar perairan.

MJO (*Madden Julian Oscillation*) menjadi salah satu fenomena cuaca dengan variabilitas dominan di daerah tropis. MJO terbentuk dari sistem interaksi laut dan atmosfer, dengan periode osilasi  $\pm 30$  s/d 60 hari.<sup>2</sup> MJO

mempengaruhi variasi dari angin, SST, awan, dan curah hujan.<sup>3</sup> Sehingga, periode MJO yang lebih pendek daripada periode musim memiliki pengaruh terhadap variabilitas musim di Indonesia.

Tujuan penelitian ini untuk mengkaji sejauh mana dampak MJO terhadap variasi curah hujan dan variabilitas musim khususnya di utara pulau Jawa. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dalam mendukung aktifitas ekonomi pada kawasan pelabuhan di Jawa bagian utara.

### **METODOLOGI**

#### **Lokasi dan Data**

Lokasi penelitian dilakukan di wilayah pulau Jawa bagian utara, diwakili 6 titik antara lain Stasiun Meteorologi Serang Banten, Stasiun Meteorologi Tanjung Priok, Stasiun Meteorologi

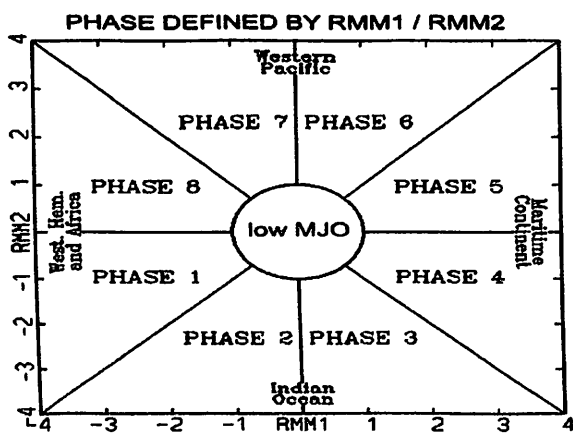
Ahmad Yani Semarang, Stasiun Maritim Perak I Surabaya, Stasiun Meteorologi Sangkapura Bawean, Stasiun Meteorologi Kalianget Madura dan Pos hujan kerjasama Lemahabang Jawa Barat. Data curah hujan yang digunakan adalah data pengamatan yang terdiri dari data 6 Stasiun Meteorologi BMKG dan 1 data pos hujan kerjasama. Data Indeks RMM ( *Realtime Multivariate MJO* ) selama 30 tahun yaitu tahun 1981-2007 yang diperoleh dari BMRC ( *Bureau of Meteorologi Research Centre* ).<sup>4</sup>

Dalam penelitian ini digunakan data curah hujan dan Indeks RMM dengan series waktu normal 30 tahun, dimaksudkan agar dapat memberikan suatu pola hasil penelitian yang dapat mewakili karakteristik wilayah tersebut sesuai dengan parameter yang dianalisis, juga mempunyai akurasi hasil yang baik.<sup>5</sup>

**Madden Julian Oscillation (MJO)**

Madden Julian Oscillation merupakan sebuah osilasi intra musiman yang terjadi di lapisan troposfer daerah ekuator, imbas dari sirkulasi sel skala luas di ekuatorial yang bergerak dari barat ke timur yaitu dari laut Hindia ke Pasifik Tengah dengan wilayah daerah propagasi 15°LU - 15°LS.<sup>6</sup>

MJO mempengaruhi aktivitas konveksi pada lapisan troposfer dimana, aktifitas konveksi merupakan salah satu faktor yang penting dalam pembentukan awan konvektif. Awan konvektif ialah awan yang terjadi karena kenaikan udara di atas permukaan yang nisbi panas.<sup>7</sup> Sehingga dari awan konvektif memiliki potensi terjadinya hujan. Hujan yang terjadi dimaksud adalah hujan konvektif, yaitu akibat adanya pemanasan radiasi matahari dan proses thermal sehingga udara permukaan mengalami pemuaihan dan naik secara konvektif ke lapisan atas.



Gambar 1. Diagram Fase MJO (sumber : la.climatologie.free.fr/MJO/MJO1-english.htm)

Skema perpotongan MJO di ekuator, dimana terjadi dominasi angin baratan di lapisan bawah troposfer. *Real Time Multivariate MJO* seri 1 dan 2 (RMM1 dan RMM2) merupakan suatu indeks musiman untuk memonitor pergerakan MJO. Hal ini didasarkan pada sepasang fungsi ortogonal (EOFs) dari gabungan rata-rata angin zonal 850-hPa, 200-hPa, dan data observasi satelit *Outgoing Longwave Radiation* (OLR). RMM1 dan RMM2 dapat digunakan dalam berbagai kepentingan misalnya untuk menentukan onset monsun dan peluang terjadinya curah hujan ekstrim.<sup>8</sup> *Madden Julian Oscillation* dapat diidentifikasi dengan berbagai cara,<sup>9</sup> salah satunya dengan teknik pendekatan Real-time Multivariate MJO (RMM1 dan RMM2) dalam series harian. MJO dibagi menjadi 8 fase seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

**Pengolahan Data**

Dikutip dari *Guide to Climatological Practices*, WMO, 2011, disebutkan bahwa : *The general recommendation was to use 30-year periods of reference. The 30 year period of reference was set as a standard mainly because only 30 years of data were available for summarization when the recommendation was first made.*<sup>10</sup>

Berdasarkan kriteria musim yang digunakan BMKG, data yang digunakan untuk analisis normal musim hujan maupun musim kemarau dihitung berdasar data curah hujan harian yang dikonversikan menjadi data curah hujan dasarian selama 30 tahun yaitu tahun 1981-2010 menggunakan metode aritmatik biasa yaitu :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \tag{1}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \tag{2}$$

$$KV = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\% \tag{3}$$

dengan :

- SD = Standar deviasi
- X = Data curah hujan
- $\bar{X}$  = Rata-rata
- n = Banyak data

Frekuensi anomali hujan negatif adalah banyaknya kejadian hujan periode fase yang lebih kecil dari rata-ratanya. Sedangkan, frekuensi anomali hujan positif adalah banyaknya

kejadian hujan periode fase yang lebih besar dari rata-ratanya.

$$P = \frac{Fr}{N} \quad (4)$$

dengan :

P = Peluang pada fase ke -i

Fr = Frekuensi relatif (banyaknya kejadian negatif/positif) pada fase ke -i

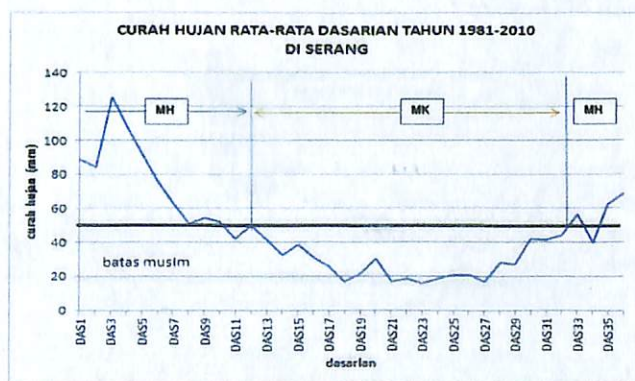
N = Banyaknya kejadian (anomali positif ditambah negatif) pada fase ke-i

## HASIL DAN PEMBAHASAN

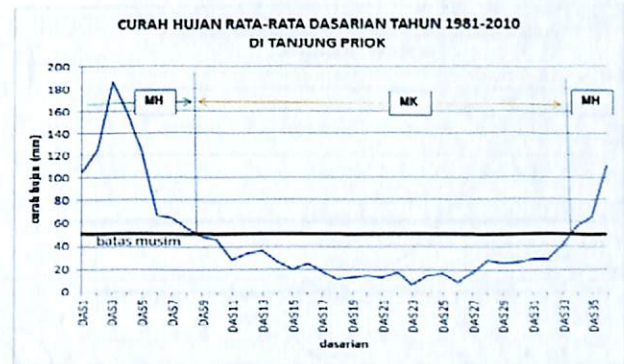
### Analisis Variabilitas Musim

Berdasarkan Gambar 1 sampai dengan Gambar 7, dapat dilihat variasi rata-rata awal musim pada beberapa titik di Jawa bagian utara, didasarkan rata-rata hujan dasarian periode normal 30 tahunan, dengan batasan curah hujan 50 mm. Musim kemarau terpanjang terjadi di Tanjung priok sepanjang 24 dasarian dan terpendek di Bawean sepanjang 15 dasarian. Musim hujan mulai masuk rata-rata pada dasarian 9 hingga dasarian 15.

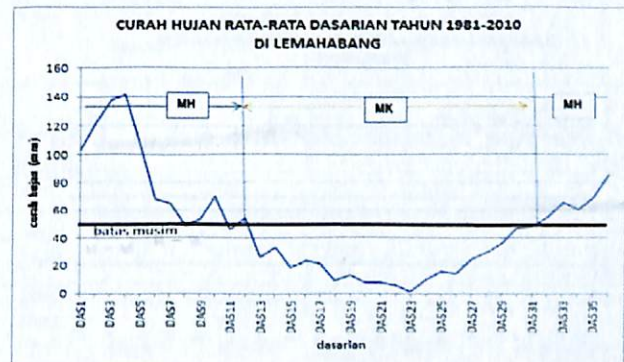
Rata-rata awal musim kemarau selama 30 tahun terjadi pada April dasarian I dan akhir musim kemarau terjadi pada November I. Rata-rata awal musim hujan terjadi pada November dasarian II dan Akhir musim hujan terjadi pada Maret dasarian III. Dengan demikian, rata-rata periode musim kemarau adalah April I – November I, dan rata-rata periode musim hujan adalah November I – Maret III. Rata-rata panjang musim kemarau adalah 22 dasarian (220 hari) dan rata-rata panjang musim hujan adalah 14 dasarian (140 hari).



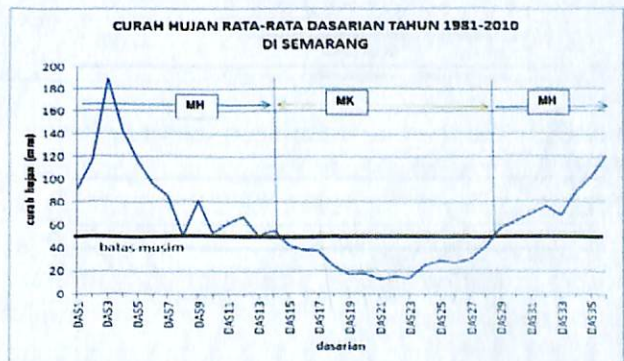
Gambar 1. Musim kemarau dan musim hujan tahun 1981-2010 di Serang



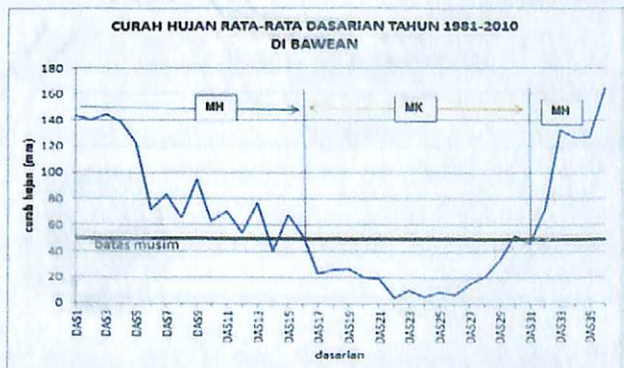
Gambar 2. Musim kemarau dan musim hujan tahun 1981-2010 di Tanjung Priok



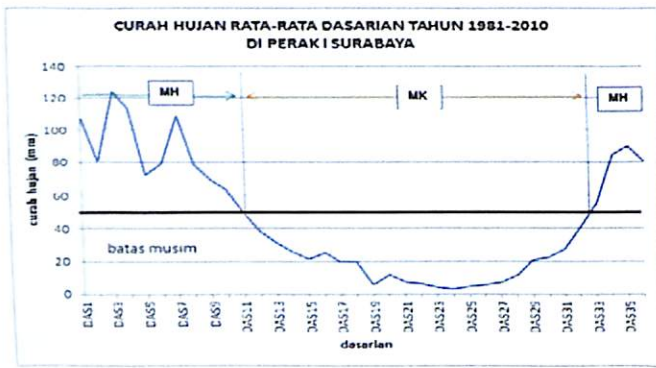
Gambar 3. Musim kemarau dan musim hujan tahun 1981-2010 di Lemahabang



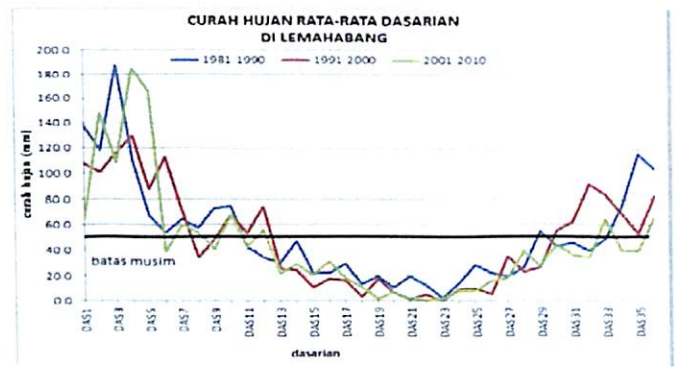
Gambar 4. Musim kemarau dan musim hujan tahun 1981-2010 di Semarang



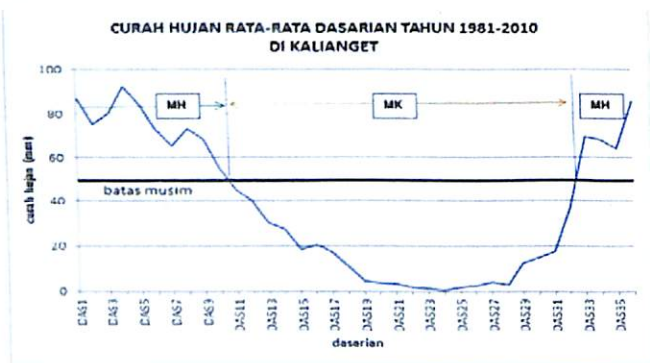
Gambar 5. Musim kemarau dan musim hujan tahun 1981-2010 di Bawean



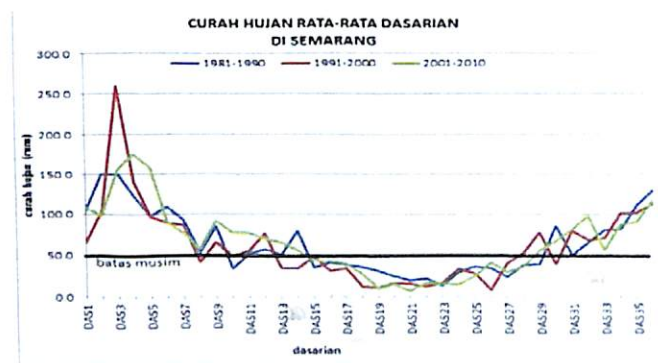
Gambar 6. Musim kemarau dan musim hujan tahun 1981-2010 di Surabaya



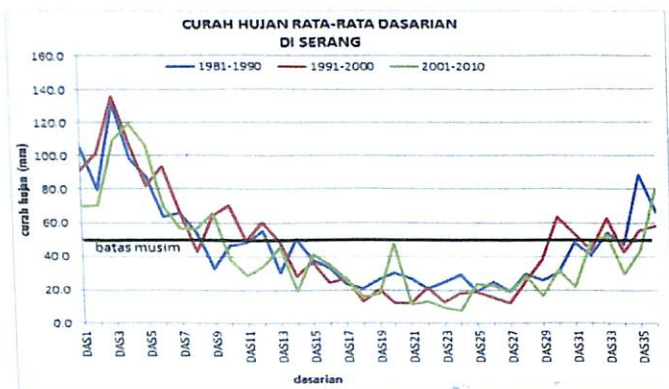
Gambar 10. Variasi musim pada 3 periode normal 10 tahun di Lemahabang



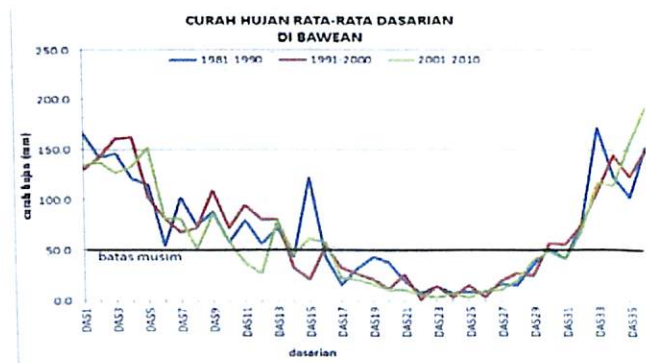
Gambar 7. Musim kemarau dan musim hujan tahun 1981-2010 di Kaliangget



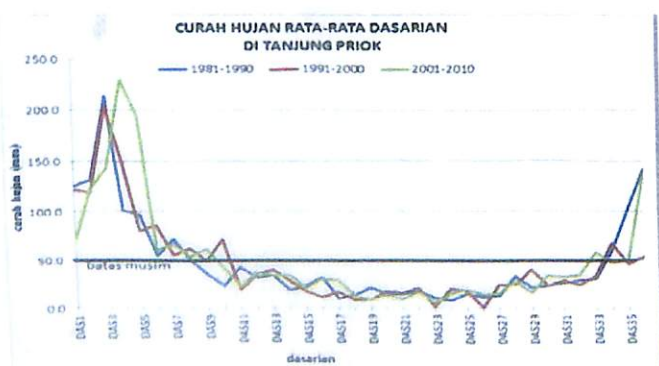
Gambar 11. Variasi musim pada 3 periode normal 10 tahun di Semarang



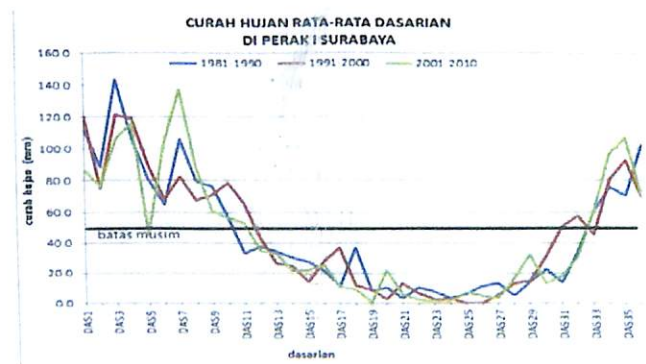
Gambar 8. Variasi musim pada 3 periode normal 10 tahun di Serang



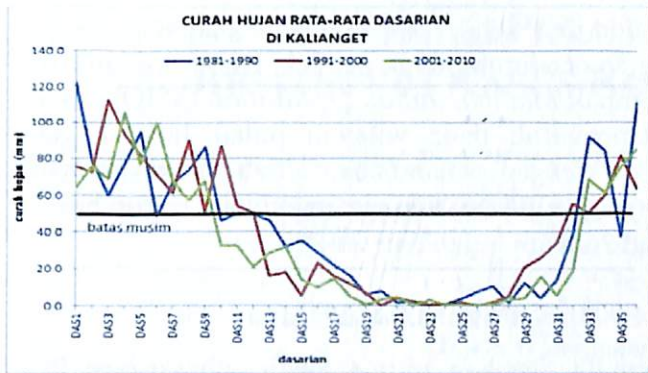
Gambar 12. Variasi musim pada 3 periode normal 10 tahun di Bawean



Gambar 9. Variasi musim pada 3 periode normal 10 tahun di Tanjung Priok



Gambar 13. Variasi musim pada 3 periode normal 10 tahun di Surabaya



**Gambar 14.** Variasi musim pada 3 periode normal 10 tahun di Kalianget

Berdasarkan Gambar 8 sampai dengan Gambar 14, dapat dilihat variasi pola hujan bulanan, umumnya tertinggi pada Januari kemudian menurun hingga mencapai minimum pada Juli dan Agustus. Ada tiga periode pergeseran puncak maksimum dari Januari ke Februari, yaitu pada periode-1 (1981-1990), periode-2 (1991-2000) dan periode-3 (2001-2010).

Terjadi pergeseran (mundur 1 bulan) rata-rata awal musim kemarau periode-2 (1991-2010) terhadap 2 periode sebelumnya. Jumlah hujan musim kemarau periode-2 (1991-2010) lebih rendah dibandingkan 2 periode sebelumnya, sedangkan jumlah hujan musim hujan lebih tinggi (meningkat).

Variabilitas musim tiap periode 10 tahun menunjukkan pergerakan hujan mundur dari rata-ratanya dimana awal musim hujan relatif mundur dan panjang musim kemarau cenderung panjang terlihat di sepanjang pulau Jawa bagian utara, seperti ditunjukkan Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 1.** Variasi 3 periode musim di Serang, Tanjung Priok dan Lemahabang

Periode	Musim	waktu	Rata-rata CH	SD	KV	Normal
1981-1990	Kemarau	Apr-Nov	544	200	37	462-626
	Hujan	Des-Mar	1089	201	18	926-1252
1991-2000	Kemarau	Mei-Okt	684	190	28	581-785
	Hujan	Nov-Apr	1183	222	19	1006-1360
2001-2010	Kemarau	Apr-Nov	485	285	59	412-558
	Hujan	Des-Mar	1163	211	18	988-1337

Di beberapa wilayah seperti Lemahabang, Semarang dan Bawean, memiliki rata-rata curah hujan lebih besar jika dibandingkan dengan rata-rata hujan di 4 titik lainnya dengan kisaran rata-rata diatas 700 mm – 900 mm pada tiap dekade. Umumnya, musim hujan pada bulan November

hingga mei dan musim kemarau Juni hingga Oktober.

**Tabel 2.** Variasi 3 periode musim Semarang dan Bawean

Periode	Musim	waktu	Rata-rata CH	SD	KV	Normal CH (mm)
1981-1990	Kemarau	Jun-Okt	912	174	19	775-1049
	Hujan	Nov-Mei	1401	218	16	1191-1611
1991-2000	Kemarau	Mei-Okt	937	322	34	796-1077
	Hujan	Nov-Apr	1565	169	11	1330-1799
2001-2010	Kemarau	Jun-Okt	705	311	44	600-811
	Hujan	Nov-Mei	1550	283	18	1318-1783

**Tabel 3.** Variasi 3 periode musim di Surabaya dan Kalianget

Periode	Musim	waktu	Rata-rata CH	SD	KV	Normal CH (mm)
1981-1990	Kemarau	Apr-Nov	382	221	58	325-440
	Hujan	Des-Mar	1025	147	14	871-1178
1991-2000	Kemarau	Mei-Des	536	225	42	455-616
	Hujan	Jan-Apr	1076	140	13	915-1238
2001-2010	Kemarau	Apr-Nov	301	185	61	256-347
	Hujan	Des-Mar	1075	233	22	914-1236

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai variabilitas curah hujan dan musim di DKI Jakarta,<sup>11</sup> penentuan kedua periode musim tersebut didasarkan pada perhitungan rata-rata hujan bulanan periode standar normal 1961-1990, seperti diperlihatkan pada tabel 4.

**Tabel 4.** Variasi hujan musiman di Jakarta periode 1961-1990

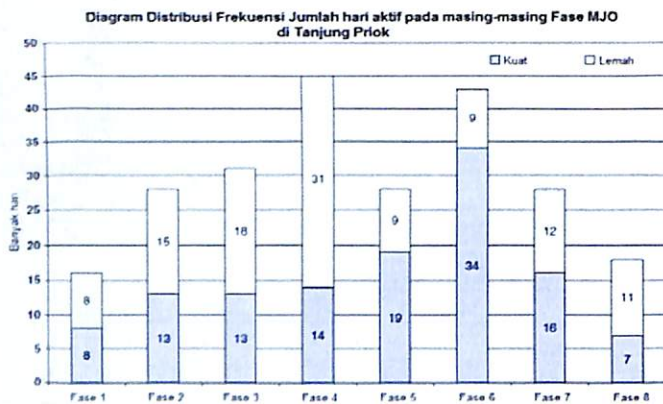
MUSIM	PERIODE	RATA2 CH (MM)	SD	KV	NORMAL CH (MM)
Kemarau	Apr - Nov	726	197	27	617 - 835
Hujan	Des - Mar	1174	274	23	998 - 1350

Terdapat kesesuaian dengan hasil pada penelitian ini, dimana variasi hujan musiman di Tanjung Priok meliputi dua musim, yaitu musim kemarau (April-November) dan musim hujan (Desember-Maret).

### Dampak MJO terhadap hujan di Tanjung Priok

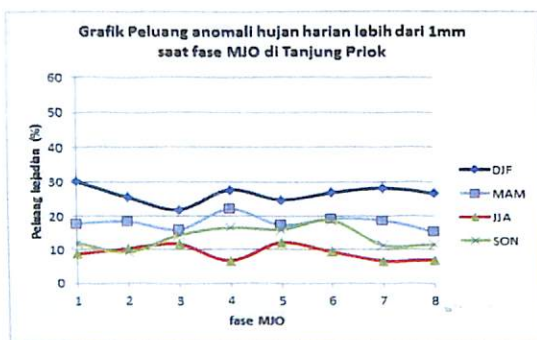
Berdasarkan Gambar 15, dapat dideskripsikan bahwa anomali dengan fase 3 dan fase 4 banyak terjadi pada saat anomali curah hujan negatif, hal

ini menunjukkan bahwa intensitas curah hujan di wilayah Tanjung priok menurun. Anomali dengan fase 6 dan fase 7 banyak terjadi pada saat anomali curah hujan positif, hal ini menunjukkan bahwa intensitas curah hujan di wilayah Tanjung priok meningkat.



Gambar 15. Musim kemarau dan musim hujan tahun 1981-2010 di Tanjung Priok

Dari Gambar 16, grafik peluang kejadian anomali hujan lebih dari 1 mm saat fase MJO di tanjung priok, menunjukkan pada bulan-bulan basah (DJF dan MAM) memiliki peluang kejadian diatas 20-30 %. Hal Ini menunjukkan besarnya kemungkinan kejadian hujan pada bulan-bulan tersebut pada semua fase MJO, kecuali fase 3 dan 5.



Gambar 16. Grafik peluang anomali hujan  $\geq 1$  mm saat fase MJO di Tanjung Priok

Peluang kejadian anomali hujan lebih dari 1 mm saat fase MJO di tanjung priok, menunjukkan pada bulan-bulan kering (JJA dan SON) memiliki peluang kejadian cukup rendah pada kisaran 10-15 %. Hal Ini menunjukkan rendahnya kemungkinan kejadian hujan pada bulan-bulan tersebut pada semua fase MJO, kecuali pada bulan SON fase 6.

### KESIMPULAN

Terjadi pergerakan mundur awal musim hujan  $\pm 1$  dasarian tiap 10 tahun, sedangkan awal musim kemarau relatif tetap. Panjang musim kemarau

cenderung lebih panjang dan panjang musim hujan cenderung lebih pendek. Dengan demikian, dampak *Madden-Julian Oscillation* (MJO) cukup berpengaruh pada wilayah pulau Jawa bagian utara dengan penambahan curah hujan (anomali hujan positif dan presentase peluang cukup besar) pada musim hujan dan sebaliknya.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Dosen Pembimbing untuk bimbingan terhadap materi dan metode dalam penelitian ini, serta BMKG atas penyediaan data iklim.

### DAFTAR PUSTAKA

- Suriadi, La ode, SE, M.Si., 2015. Pentingnya Pelabuhan Bagi Ekonomi. (<http://inspirasi bangsa.com/pentingnyapelabuhanbagiekonomi/> , akses tanggal 1 Mei 2015).
- Madden, R.A dan Julian, P.R. 1971. *Detection of a 40±50 Day Oscillation in The Zonal Wind in The Tropical Pasific*. J Atmos Sci 28 : 702-708.
- Madden, R.A dan Julian, P.R.. 1972. *Description of Global-Scale Circulation Cells in The Tropics With a 40-50 Day Period*. J Atmos Sci 29 : 1109-1123.
- Realtime\_RMM. (<http://www.bom.gov.au/bmrc/clfor/cfstaff/matw/maproom/RMM/RMM1RMM2.74toRealtime.txt>, diakses tanggal 18 April 2015).
- Nuryadi. 1998. *Tinjauan Curah Hujan di Jakarta Selama 131 Tahun (1866-1996)*. Laporan Tugas FMIPA IPB. Bogor.
- Madden R.A dan Julian, P.R. 1994. *Observations of the 40-50 day tropical oscillation: A Review*. Mon. Wea.Rev., 112-814-837.
- Tjasyono, B.H.K and Djakawinata, S. 1999. *The Influence of Meteorological factors on tropospheric refractive index over indonesia*. Jurnal Matematika dan sains, Vol. 4, No. 1.
- Matthews A. J., 2000. *Propagation mechanisms for the Madden-Julian Oscillation*. Quart J Roy Meteor Soc, 126, 2637-2652.
- Wheeler, M., Hendon, H dan Alves, O. 2004. *Techniques and experiences in real-time prediction of the MJO: The BMRC perspective*.
- WMO. 2011. *Guide to Climatological Practices* No. 100, TP-44, Chapter 4-15.
- Nuryadi. 2007. *Variabilitas Curah Hujan Dan Musim DKI Jakarta*. Bahan Lokakarya "Peningkatan Akurasi Prakiraan Musim" 7 – 8 November 2007, Jakarta