Jurnal Sainstek Vol. V No.2: 103-110, Desember 2013 ISSN: 2085-8019

ANALISIS PERIODE ULANG BANJIR DI KOTA PADANG MENGGUNAKAN CARA IWAI DAN KAITANNYA DENGAN MJO (*MADDEN JULIAN OSCILLATION*)

Nofi Yendri Sudiar

Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, 25131
Email: n_sudiar@yahoo.com

ABSTRACT

The research has conducted for the analysis of return period of flood over Padang using Iwai's method. Iwai's method is a statistical based method to look for a normal distribution. Daily rainfall data observed at seven stations observations were made over the period of analysis to figure out the pattern, then seen his relationship with the MJO. The results of the research obtained monthly rainfall distribution pattern over Padang show equatorial type that has two peaks of rainfall in a year are March and April as the first peak while the second peak in November. Return period rainfall for the 60 days over Padang is 88 mm and is 78 mm in 30 days. Incidence of flooding over Padang in 2000-2010 have a strong relationship with the entry of the MJO phases 3 and 4, is shown from the flood events of 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007 and 2009 with a rainfall intensity approaching the calculation of return period 30 - 60 days is 78-88 mm.

Key words: Iwai's Method, return period, flood

PENDAHULUAN

Banjir merupakan suatu fenomena alam yang biasa terjadi karena luapan sungai-sungai, waduk, danau, laut atau badan air lain dan menggenangi dataran rendah atau cekungan yang biasanya tidak terendam air. Banjir juga dapat terjadi bukan karena luapan badan air tetapi air hujan yang terperangkap dalam suatu cekungan yang menjadi genangan. Selain itu banjir juga disebabkan oleh daerah aliran sungai bagian hulu telah berkembang menjadi kawasan terbangun sehingga tidak tersedia lahan yang cukup sebagai *retention basin* yang dapat mengurangi debit banjir yang mengalir ke sungai (Saud, 2007).

Banjir dapat terjadi pada setiap kejadian hujan, musim penghujan atau beberapa kali musim hujan. Banjir tersebut akan menimbulkan masalah dan menjadi bencana jika mengganggu dan merugikan kehidupan manusia. Banjir merupakan salah satu bencana yang terjadi hampir setiap tahun baik skala lokal maupun nasional, tetapi apapun yang terjadi jika sudah merugikan kehidupan manusia harus ditanggulangi dan dikendalikan dengan benar.

Kejadian banjir pada Maret 2010 di Sumatera Barat meliput daerah antara lain kota Pariaman, Simpang Empat Pasaman Barat dan kota Padang. Khusus untuk kota Padang, telah mengakibatkan sedikitnya 16 wilayah terendam diantaranya Lubuk Minturun, Simpang Kalumpang, Padang Sarai, Dadok Rawan Panjang sekitarnya, Ikur Koto dan Anak Air semua berada di Kecamatan Koto Tangah. Kemudian Lapai, Siteba, Maransi, Gunung Pangilun di Kecamatan Nanggalo. Ampang, Gunung Sariak, Andalas di Kecamatan Kuranji. Simpang Haru di Kecamatan Padang Timur serta Parak Laweh dan Arai Pinang di Kecamatan Lubuk Begalung. Dari evaluasi curah hujan bulan maret 2010 oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) terlihat curah hujan di daerah Sumatera Barat dikisaran 301-400 mm (Yendri, 2012), ini berarti sepanjang bulan maret curah hujan tinggi dan sifat hujannya di atas normal.

Banjir adalah peristiwa alam, dan upaya untuk mengatasinya yaitu dalam rangka mem-

perkecil besarnya masalah/kerugian yang ditimbulkannya diperlukan berbagai kegiatan baik yang bersifat fisik (struktur) berupa sarana pengendali banjir dan non fisik (non struktur)

Sarana fisik pengendali banjir yang sering dilaksanakan antara lain berupa bangunan bendungan, tanggul banjir, banjir kanal, sudetan, normalisasi alur sungai dan sebagainya yang pada umumnya merupakan kombinasi sehingga membentuk suatu sistim berdasarkan atas dimensi tertentu tergantung pada besarnya debit banjir rencana. Besar debit banjir rencana tersebut ditentukan menurut periode ulangnya, yang sekaligus menggambarkan tingkat pengendalian banjir.

Bencana banjir sering mengakibatkan kerugian jiwa, harta dan benda, merupakan kejadian alam yang dapat terjadi setiap saat. Kejadian banjir tidak dapat dicegah, namun hanya dapat dikendalikan dan dikurangi dampak kerugian yang diakibatkannya, karena datangnya relatif cepat.

Untuk mengurangi kerugian akibat bencana tersebut perlu dipersiapkan penanganan secara cepat, tepat dan terpadu. Salah satu tahapan pengelolaan/pengendalian banjir antara lain penghitungan periode ulang banjir. Salah satu metoda yang dipakai adalah metoda Iwai yang berbasis statistik dan distribusi normal (Julianti, 2009).

Kajian tentang fenomena MJO ini sangat menarik untuk didalami, terutama keterkaitannya dengan curah hujan. MJO dapat mempengaruhi curah hujan melalui mekanisme dinamika lokal dan global yang menyebabkan terjadinya peningkatan atau penurunan curah hujan (Zang, dkk, 2009). Desember 2007 curah hujan di kota Padang >400 mm relatif lebih besar dibandingkan daerah khatulistiwa lainnya seperti Pontianak dan Biak. Saat MJO kuat kota Padang mengalami dampak curah hujan yang lebih besar dibandingkan kota Pontianak dan Biak sebab makin ke timur awan telah mengalami disipasi terlebih dahulu (Hermawan, dkk., 2009). Tingginya curah hujan yang terjadi di kota Padang terutama pada musim penghujan menyebabkan daerah ini selalu menjadi ancaman bencana alam seperti banjir.

Penyelidikan pengaruh MJO terhadap curah hujan dapat dilakukan dengan menggunakan indeks MJO yang diturunkan dari *Real-time Multivariate MJO* (RMM) (Zang, dkk, 2009). Lokasi MJO direduksi menjadi RMM1 dan RMM2 yang manghasilkan diagram fasa yang terbagi menjadi 8 fasa (Wheeler dan Hendon, 2004). Dari 8 fasa tersebut wilayah Indonesia tersebar pada fasa 3, 4, 5 dan 6, sehingga wilayah Padang adalah pada fasa 3 dan 4. Penggunaan informasi *real time* dan fasa MJO memberikan kesempatan untuk prediksi kualitatif dari variabilitas curah hujan (Pai, dkk, 2011).

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan observasi harian dari Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Provinsi Sumatera Barat dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) untuk periode 1980-2010. Lokasi pengamatan dilakukan pada tujuh stasiun penakar curah hujan yaitu stasiun pengamatan Simpang Alai, Ladang Padi, Batu Busuk, Gunung Nago, Kasang, Gunung Sariak dan Tabing.

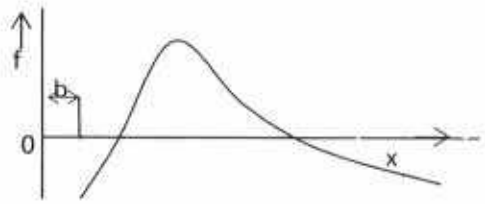
Distribusi curah hujan bulanan dari ketujuh stasiun pengamatan di kota Padang dihitung dengan cara merata-ratakan setiap bulannya sesuai panjang masing-masing data. Distribusi curah hujan bulanan diperlukan untuk melihat tipe curah hujan yang terjadi di Kota Padang berdasarkan tiga kriteria yaitu pola ekuator, pola monsun dan pola lokal.

Periode ulang didefinisikan sebagai laju suatu data hidrologi, dalam hal ini adalah data curah hujan mencapai harga tertentu atau kurang dari perkiraan terjadi sekali dalam T tahun. Untuk data curah hujan harian, maka disebut curah hujan harian kemungkinan T tahun.

Ada beberapa cara untuk memperkirakan kemungkinan curah hujan diantaranya:

1. Cara dengan menggunakan distribusi normal. Cara ini adalah untuk menghitung distribusi normal yang didapat degan merubah variabel distribusi asimetris ke dalam logaritma atau ke dalam akar pangkat *n*. Salah satu cara untuk mengitung cara yang pertama ini dikenal juga dengan nama cara Iwai.
2. Cara dengan menggunakan kurva asimetris kemungkinan kerapatan. Cara yang digunakan adalah jenis distribusi eksponensial dan distribusi harga ekstrim.
3. Cara yang mengkombinasikan cara 1 dan 2.

Dalam penelitian ini cara yang dipakai adalah cara Iwai (Sosrodarsono, 2006). Kurva kemungkinan kerapatan dari curah hujan harian maksimum dalam 1 tahun, tidak merupakan sebuah kurva distribusi normal tetapi sebuah kurva distribusi asimetris. Dengan merubah variabel (x) dari kurva distribusi ke bentuk logaritma x atau log x, maka kurva tersebut dapat dirubah menjadi kurva distribusi normal. Jadi, kemungkinan terlampaui W(x) dapat diperoleh dengan asumsi bahwa data curah hujan mempunyai distribusi log-normal. Disamping itu cara ini memberikan harga b lebih besar dari 0 sebagai harga minimum variabel kemungkinan (x) (gambar 1.). Supaya kurva kemungkinan kerapatan tersebut tidak menjadi lebih kecil dari harga bawah limitnya (-b), maka diambil suku (x+b) yang logaritmanya yakni log (x+b) diperkirakan mempunyai distribusi normal.



Gambar 1 Limit Bawah dari x dalam Kurva Kerapatan Kemungkinan

Perhitungan cara Iwai diberikan dengan rumusan berikut:

$$\xi = c \log \frac{x+b}{x_0+b} \quad \text{.....1}$$

Log (x_0+b) adalah harga rata-rata dari log (x_i+b) dengan (i = 1...n) dan dinyatakan dengan (X_0, b, c dan x_0) dari rumusan berikut:

Harga x_0:

$$\log x_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \log x_i \quad \text{.....2}$$

Harga b:

$$b = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{n} b_i, \quad m \cong \frac{n}{10}$$

$$b_i = \frac{x_s\, x_t - x_0^2}{2x_0 - (x_s + x_t)} \quad \text{.....3}$$

Harga X_0:

$$X_0 = \log (x_0+b) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \log(x_i + b) \quad \text{.....4}$$

Harga c:

$$\frac{1}{c} = \sqrt{\frac{2}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\log \frac{x_i+b}{x_0+b}\right)^2} = \sqrt{\frac{2n}{n-1}} \quad \text{.....5}$$

$$\bar{X}^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\{\log(x_i + b)\}^2 \quad \text{.....6}$$

Dimana:

x_s : harga pengamatan dengan nomor urutan m dari yang terbesar; x_t : harga pengamatan dengan nomor urutan m dari yang terkecil; n : banyaknya data; $m \cong \frac{n}{10}$: angka bulat (dibulatkan ke angka yang terdekat)

Jika harga b sangat kecil maka untuk mempermudah perhitungan harga b dapat diambil b=0. Jika konstanta di atas telah diperoleh, maka curah hujan yang mungkin (*probable rainfall*) yang sesuai dengan kemungkinan lebih sembarang (*arbitrary exess probability*) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\log(x + b) = \log(x_i + b) + (\tfrac{1}{c})\xi \quad \text{.....7}$$

Langkah-langkah perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung harga x_0 dan b dari persamaan (2) dan (3).
2. Setelah harga log (x_i+b) diperoleh, maka harga log (x_0+b) dihitung dengan persamaan (4).
3. $\{\log (x_i+b)\}^2$ dihitung dan $\bar{X}^2$ dihitung dengan persamaan (6).
4. Dengan menggunakan $\bar{X}^2$ dan X_0^2, maka 1/c dihitung dengan persamaan (5).
5. Harga ξ yang sesuai dengan kemungkinan lebih sembarang didapat dari tabel 1. dan curah hujan yang

mungkin diperkirakan dengan persamaan (7).

Tabel 1 Variabel Normal ξ yang Sesuai dengan W(x) Utama

T (tahun)	W(x) = 1/T	ξ
500	0,002	2,0352
400	0,0025	1,9840
300	0,0033	1,9227
250	0,004	1,8753
200	0,005	1,8214
150	0,0067	1,7499
100	0,01	1,6450
80	0,012	1,5851
60	0,016	1,5049
50	0,02	1,4522
40	0,025	1,3859
30	0,033	1,2971
25	0,04	1,2379
20	0,05	1,1631
15	0,067	1,0614
10	0,1	0,9062
8	0,125	0,8134
5	0,2	0,5951
4	0,25	0,4769
3	0,33	0,3045
2	0,5	

Penentuan kejadian banjir dilakukan dengan cara menelusuri situs-situs berita di internet. Peristiwa kejadian banjir yang melalui kota Padang yang diperoleh dari tahun 2000-2010.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan curah hujan dari periode 1980-2010 memperlihatkan bahwa jumlah curah hujan tertinggi di kota Padang adalah di Gunung Sariak dengan curah hujan maksimum 8.569 mm dan minimum 1.591 mm dengan rata-rata 3.963 mm. Sedangkan yang terendah adalah di Tabing dengan curah hujan maksimum 4.929 mm dan minimum 1.749 mm dengan rata-rata 3.719 mm, lengkapnya dapat dilihat pada tabel 2. Dari hasil tersebut terlihat bahwa daerah yang berada di perbukitan mempunyai curah hujan lebih besar daripada daerah dekat pantai, hal ini menegaskan bahwa adanya hujan orografik yang terjadi di daerah perbukitan.

Tabel 2 Curah Hujan Tahunan Kota Padang dari Tahun 1980-2010

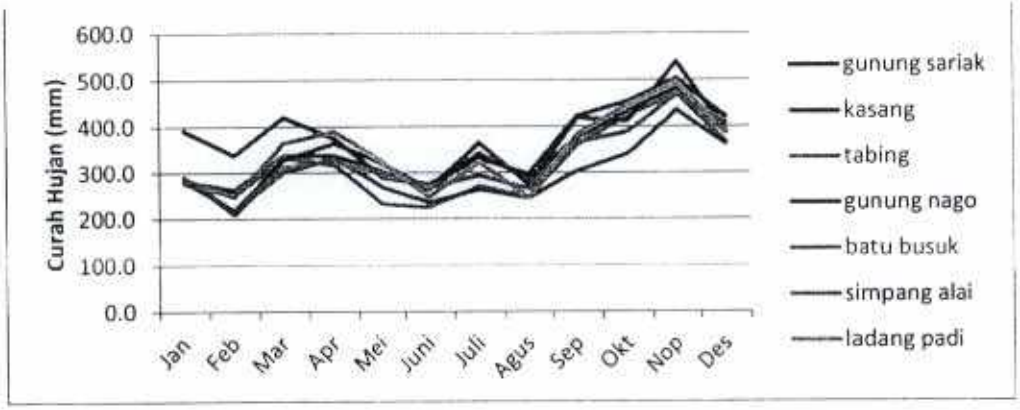
Stasiun	Curah Hujan (mm)			Hari Hujan (hari)		
	Maks	Min	Rata-Rata	Maks	Min	Rata-Rata
Gunung Sariak	8.569	1.591	3.963	203	94	145
Kasang	5.907	1.672	4.296	196	88	136
Tabing	4.929	1.749	3.719	235	107	190
Gunung Nago	5.260	1.839	4.043	213	68	136
Batu Busuk	5.072	1.340	3.329	201	90	123
Simpang Alai	5.995	1.734	3.821	213	105	150
Ladang Padi	7.483	1.676	4.037	213	71	152

Hampir semua stasiun pengamatan menunjukkan hari hujan maksimum tahunan lebih dari 200 hari/tahun dengan rata-rata berkisar dari 123-189 hari/tahun. Hal ini memperlihatkan bahwa sepanjang tahun di kota Padang dominan terjadi hari hujan.

Pola distribusi curah hujan bulanan kota Padang ditunjukkan pada gambar 2. Dari ketujuh stasiun pengamatan memperlihatkan tipe yang hampir sama yaitu tipe hujan jenis ekuator yang mempunyai dua puncak curah hujan dalam setahun yakni bulan Maret dan April sebagai puncak pertama sedangkan puncak kedua pada bulan November.

Tabel 3 Perhitungan Harga x_i cara Iwai

Derajat	x_i	log x_i	x_i+b	log(x_i+b)	$[\log(x_i+b)]^2$
1	257.5	2.4108	225.43	2.3530	5.5367
2	256.8	2.4096	224.72	2.3516	5.5302
3	250.7	2.3991	218.56	2.3396	5.4736
4	235.0	2.3711	202.92	2.3073	5.3237
5	225.5	2.3531	193.40	2.2865	5.2279
6	220.5	2.3434	188.38	2.2750	5.1757
7	212.0	2.3263	179.89	2.2550	5.0851
8	202.6	2.3066	170.49	2.2317	4.9805
9	201.2	2.3036	169.07	2.2281	4.9643
10	200.9	2.3031	168.85	2.2275	4.9617
11	199.8	2.3006	167.69	2.2245	4.9484
12	196.5	2.2935	164.45	2.2160	4.9108
13	191.1	2.2814	159.05	2.2015	4.8467
14	190.5	2.2800	158.45	2.1999	4.8395
15	188.2	2.2745	156.06	2.1933	4.8105
16	185.4	2.2681	153.30	2.1856	4.7766
17	184.8	2.2667	152.72	2.1839	4.7694
18	178.7	2.2521	146.60	2.1661	4.6922
19	177.1	2.2481	144.95	2.1612	4.6709
20	169.2	2.2283	137.06	2.1369	4.5664
21	167.0	2.2227	134.90	2.1300	4.5370
22	162.9	2.2120	130.85	2.1168	4.4807
23	160.1	2.2045	128.03	2.1073	4.4408
24	155.0	2.1904	122.93	2.0897	4.3667
25	153.4	2.1859	121.32	2.0839	4.3428
26	150.4	2.1772	118.28	2.0729	4.2969
27	144.9	2.1610	112.79	2.0523	4.2118
28	144.8	2.1608	112.70	2.0519	4.2105
29	143.4	2.1565	111.30	2.0465	4.1882
30	141.9	2.1521	109.85	2.0408	4.1648
31	125.0	2.0968	92.87	1.9679	3.8726
Jumlah		70.1398		67.4843	147.2037
rata-rata		2.2626		2.1769	4.7485



Gambar 2 Curah Hujan Rata-Rata Bulanan Kota Padang Periode 1980-2010.

Perhitungan periode ulang banjir dilakukan dengan cara Iwai yang terlebih dahulu mencari curah hujan maksimum tahunan di wilayah kota Padang. Untuk mendapatkan harga tersebut diperoleh dengan merata-ratakan curah hujan maksimum tahunan masing-masing stasiun pengamatan. Hasilnya diperoleh seperti pada tabel 3. dan dari persamaan (2) didapat harga $x_0 = 183,06$ dan $x_0^2 = 33510,96$
Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai b, seperti dituliskan di Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan Harga b

No	x_s	x_t	$x_s.x_t$	x_s+x_t	$(x_s.x_t)-(x_0^2)$	$2x_0.(x_s+x_t)$	Bi
1	257.5	125	32187.5	382.5	-1323.4636	-16.38	80.79753
2	256.8	141.9	36439.92	398.7	2928.9564	-32.58	-89.9004
3	250.7	143.4	35950.38	394.1	2439.4164	-27.98	-87.1843
						Jumlah	-96.2872

Dengan memasukkan harga-harga pada Tabel 4. diperoleh $\square = \frac{-96,2873}{3} = -32,0957$.
1/c dihitung menggunakan persamaan (5) dengan memasukkan harga-harga pada Tabel 3. diperoleh: 1/c = 0,1405.

Harga variabel ξ pada Tabel 5. hanya pada periode perulangan 3-100 tahun, sehingga untuk mendapatkan periode ulang 2 tahun, 1 tahun, 60 hari dan 30 hari, maka digunakan persamaan $y = 0,374\ln(x) - 0,022$.

Dari harga perhitungan periode ulang curah hujan pada Tabel 5, didapat kemungkinan cu-rah hujan periode ulang 60 hari adalah 88 mm dan 30 hari adalah 78 mm.

Tabel 5 Perhitungan Curah Hujan yang Mungkin (Curah Hujan Rencana)

T (thn)	1/T	ξ	(1/c)ξ	X_0+(1/c)ξ	x+b	x
0.08	12.5	-0.9667	-0.13587	2.041045	109.9	**78**
0.17	5.882353	-0.6847	-0.09623	2.080679	120.42	**88**
1	1	-0.022	-0.00309	2.173821	149.21	117
2	0.5	0.2372	0.033338	2.210251	162.29	130
3	0.333333	0.3045	0.042797	2.21971	165.84	134
5	0.2	0.5951	0.08364	2.260553	182.22	150
10	0.1	0.9062	0.127365	2.304278	201.51	169
20	0.05	1.1631	0.163472	2.340384	218.98	187
100	0.01	1.645	0.231202	2.408115	255.92	224

Tabel 6 Kejadian banjir yang Bertepatan dengan MJO Kuat

Kejadian Banjir	Curah Hujan (mm)						
	G Sariak	Kasang	Tabing	G Nago	B Busuk	Smp Alai	Ld Padi
23-Nov-00	98	70	139	139	134	141	50
1-Aug-01	53	-	42	158	165	**80**	20
14-Nov-01	36	-	141	46	92	**78**	60
21-Jan-02	420	10	288	162	97	**78**	57
28-Nov-02	14	-	42	113	**83**	69	5
9-Dec-03	56	30	159	36	65	**86**	90
29-Apr-04	2	13	26	56		65	**80**
6-May-04	16	**81**	111	120		**86**	67
31-Mar-05	-	58	107	102	55	67	50
2-Sep-05	500	-	299	270	193	240	76
28-Nov-06			**81**	75			
26-Dec-07	325	-	101	36	55	**89**	
1-Feb-08	41	150	163	174	123		
21-Jul-08	-	75	18	46	93		
14-Nov-08	2		70	-	45		
11-Jul-09	-	160	172	22	**87**	39	**84**
18-Sep-09	-	160	20	196	25	57	70
26-Mar-10	174		137	149	56	1	37
13-Oct-10	145		169	180	-	-	48

Tujuh stasiun pengamatan pada Tabel 6 memperlihatkan curah hujan yang tinggi saat kejadian banjir yang bertepatan dengan masuknya MJO kuat fasa 3 dan 4 di kota Padang. Nilai yang dicetak tebal pada tabel 6 menunjukkan periode ulang 30-60 hari, yang berarti MJO memang berpengaruh terhadap kejadian banjir di kota Padang.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah

1. Pola distribusi curah hujan bulanan kota Padang memperlihatkan tipe ekuatorial yang mempunyai dua puncak curah hujan dalam setahun yakni bulan Maret dan April sebagai puncak pertama sedangkan puncak kedua pada bulan November.
2. Perhitungan periode ulang curah hujan kota Padang, diperoleh periode ulang 60 hari adalah 88 mm dan 30 hari adalah 78 mm.
3. Kejadian banjir di kota Padang dari tahun 2000-2010 mempunyai hubungan dengan masuknya MJO kuat fasa 3 dan 4, ditunjukkan dari kejadian banjir tahun 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007 dan 2009 dengan intensitas curah hujan mendekati perhitungan nilai periode ulang 30-60 hari yaitu 78-88 mm.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Hermawan, Eddy., Djamaluddin, Thomas., Wahyu, Tri Hadi., Tatang, Hariadi Endi., Nurhayati, Nunun., Harjupa, Wendi., Siwi, Puji Semedi., dan Fasah, Syamsul. 2009. Karakteristik dan Mekanisme MJO di atas Indonesia, disiapkan untuk dipublikasi di JSD lapan.

Julianti, Sastri Pardosi., 2009. Analisa Periode Ulang Curah Hujan Maksimum dan Minimum Kota Pekanbaru Menggunakan Statistik Iwai. *Sripsi*. UNRI. Pekanbaru.

Pai, D.S., Bhate, Jyoti., Sreejith, O.P., Hatwar, H.R., 2012. Impact of MJO on The Intra-seasonal Variation of Summer Mon-soon Rainfall Over India. Springer. *Jour-nal of Climate Dynamics*. Volume 36: 41-55.

Saud, Ismail. 2007. Kajian Penanggulangan Banjir di Wilayah Pematusan Surabaya Barat. *Jurnal Aplikasi*. Volume 3 No. 1.

Sosrodarsono, Suyono., Takeda, Kensaku., 2006. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Cetakan 10. Jakarta: Pradnya Paramita.

Wheeler dan Hendon., 2004. An All-Season Real-Time Multivariate MJO Index: Development of an Index for Monitoring and Prediction. *Bureau of Meteorology Research Centre, Melbourne, Australia*. Volume 132:1917-1932.

Yendri, Nofi Sudiar. 2012. Studi Pengaruh Osilasi Madden Julian Terhadap Curah Hujan di Kota Padang. *Tesis Program Studi Sains Atmosfer*. ITB. Bandung.

Zang, Lina., Wang B and Zeng Q., 2009. Impact of the Madden–Julian Oscillation on Summer Rainfall in Southeast China. *Journal of Climate*. Volume 22: 201-216.