

ANALISIS KARAKTERISTIK INTENSITAS HUJAN DI WILAYAH LERENG GUNUNG MERAPI

Dhian Dharma Prayuda

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu, INDONESIA

dhian.ugm@gmail.com

ABSTRACT

Rainfall has certain pattern of temporal and spatial characteristics that influenced by the topographic and climatology variations of an area. The characteristics of rainfall are the intensity, duration, depth, and frequency. In case of limited data of short duration recorded rainfall, the intensity-duration relationship can be derived through empirical approach using the formula of Sherman, Kimijima, Haspers, and Mononobe. Result of analysis by using recorded hourly rainfall on the slopes of Mt. Merapi with accuracy indicator value of the Root Mean Square Error (RMSE), shows that 10 of 14 rainfall stations have a tendency of characteristics compatibility with Sherman formula.

Keywords: Rainfall intensity, characteristics of rainfall, extreme rainfall

ABSTRAK

Curah hujan memiliki pola tertentu karakteristik temporal dan spasial yang dipengaruhi oleh variasi topografi dan klimatologi dari suatu daerah. Karakteristik curah hujan yang intensitas, durasi, kedalaman, dan frekuensi. Dalam kasus data terbatas durasi pendek mencatat curah hujan, hubungan intensitas - durasi dapat diturunkan melalui pendekatan empiris menggunakan rumus dari Sherman, Kimijima, Haspers, dan Mononobe. Result analisis dengan menggunakan tercatat curah hujan per jam di lereng Gunung Merapi dengan nilai indikator keakuratan Root Mean Square Error (RMSE), menunjukkan bahwa 10 dari 14 stasiun curah hujan memiliki kecenderungan karakteristik kompatibilitas dengan rumus Sherman.

Kata kunci : intensitas curah hujan, karakteristik curah hujan, curah hujan yang ekstrim

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia curah hujan memiliki tingkat keragaman yang sangat tinggi secara ruang (*spatial*) dan waktu (*temporal*). Keadaan ini disebabkan oleh posisi Indonesia yang dilewati oleh garis katulistiwa dan keberadaannya di antara dua benua dan dua samudera.

Karakteristik hujan dapat dipengaruhi oleh variasi topografi dan kondisi klimatologi suatu wilayah. Untuk mengetahui karakteristik sebaran hujan ekstrim di wilayah lereng Gunung Merapi, dapat dilakukan analisis sebaran terhadap data hujan ekstrim yang tersedia. Analisis sebaran hujan dilakukan dengan cara membandingkan berbagai sifat hujan dengan elevasi stasiun hujan dari permukaan air laut. Sifat hujan ini meliputi besarnya hujan ekstrim tahunan, jumlah hari hujan serta intensitas, durasi dan frekuensi hujan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis curah hujan di wilayah lereng Gunung Merapi untuk mengetahui rumusan intensitas hujan yang sesuai dengan karakteristik curah hujan di wilayah lereng Gunung Merapi. Selain itu, dengan adanya informasi karakteristik hujan wilayah berupa IDF, maka selanjutnya informasi ini dapat digunakan untuk melakukan analisis regionalisasi intensitas hujan berdasarkan data hujan terukur dari beberapa stasiun penakar hujan yang ada.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Kejadian Hujan

Hujan adalah peristiwa turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang dapat terjadi di sembarang tempat, asalkan ada dua faktor yang mempengaruhinya yaitu adanya massa udara lembab dan terdapat sarana meteorologis yang dapat mengangkat massa udara tersebut untuk berkondensasi (Sri Harto,

2000). Hujan akan terjadi apabila molekul-molekul air hujan sudah mencapai ukuran lebih dari 1 mm, hal ini memerlukan waktu yang cukup untuk tumbuh dari ukuran sekitar 1-100 mikron (Barry, 1971 dalam Sri Harto, 2000).

Hujan merupakan sumber dari semua air yang mengalir di permukaan maupun di dalam tampungan baik di atas maupun di bawah permukaan tanah (Bambang Triatmodjo, 2009). Hujan yang jatuh pada suatu DAS akan berubah menjadi aliran di sungai. Dengan demikian terdapat suatu hubungan antara hujan dan debit aliran yang tergantung pada karakteristik suatu DAS.

2.2 Hubungan Topografi dan Hujan

Curah hujan, baik intensitas maupun periodenya dipengaruhi oleh proses fisis dan dinamis di atmosfer (Ina Juaeni, dkk., 2006). Sementara itu salah satu faktor yang berpengaruh pada proses fisis dan dinamis atmosfer adalah bentuk permukaan atau dengan kata lain topografinya.

Ada tiga proses yang menghubungkan curah hujan dengan topografi, yaitu:

- a. proses adiabatik sebagai akibat adanya penghalang seperti bangunan gedung dan gunung. Penghalang buatan dan alami tersebut akan menahan massa udara yang bergerak secara horisontal, lalu memaksa udara naik ke atas,
- b. proses konvergensi horisontal, akibat adanya beda tekanan dipermukaan menyebabkan massa udara mengumpul lalu naik ke atas yang memiliki suhu udara lebih rendah,
- c. proses konvektif, pemanasan yang dipancarkan oleh permukaan bumi, baik dari daratan maupun lautan akan menghangatkan massa udara lalu naik menuju tempat yang memiliki suhu udara rendah (Edvin Aldrian, dkk., 2011).

2.3 Intensitas Hujan

Tingkat curah hujan dinyatakan dalam jumlah curah hujan tiap satuan waktu, biasanya dalam mm/jam. Jumlah tinggi hujan per satuan waktu ini disebut sebagai intensitas hujan. Jadi intensitas curah hujan berarti jumlah presipitasi/curah hujan dalam waktu yang relatif singkat (umumnya dalam waktu 2 jam). Menurut Sosrodarsono dan Takeda, 1985, hujan dapat diklasifikasikan berdasar intensitas curah hujannya. Pengelompokan

klasifikasi hujan tersebut seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi hujan dan intensitas curah hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm)	
	1 jam	24 jam
Hujan sangat ringan	<1	<5
Hujan ringan	1-5	5-20
Hujan normal	5-10	20-50
Hujan deras	10-20	50-100
Hujan sangat deras	>20	>100

Hubungan intensitas hujan dan durasi kejadian dapat dicari dengan pendekatan secara empiris, seperti rumus Sherman, Kimijima, Haspers dan Mononobe (Joko Sujono, 2011).

a. Rumus Sherman

$$I = \frac{a}{t^n} \tag{1}$$

$$\log a = \left[\frac{\sum(\log I)\sum(\log t)^2 - \sum(\log I \cdot \log t)\sum(\log t)}{N\sum(\log t)^2 - \sum(\log t)\sum(\log t)} \right] \tag{2}$$

$$n = \left[\frac{\sum(\log I)\sum(\log t) - N\sum(\log I \cdot \log t)}{N\sum(\log t)^2 - \sum(\log t)\sum(\log t)} \right] \tag{3}$$

b. Rumus Kimijima

$$I = \frac{a}{t^n + b} \tag{4}$$

$$n = \left[\frac{\sum(\log I)\sum(\log t) - N\sum(\log I \cdot \log t)}{N\sum(\log t)^2 - \sum(\log t)\sum(\log t)} \right] \tag{5}$$

$$a = \left[\frac{\sum(I t^n)\sum(I^2) - \sum(I^2 \cdot t^n)\sum(I)}{N\sum(I^2) - \sum(I)\sum(I)} \right] \tag{6}$$

$$b = \left[\frac{\sum(I)\sum(I \cdot t^n) - N\sum(I^2 \cdot t^n)}{N\sum(I^2) - \sum(I)\sum(I)} \right] \tag{7}$$

c. Rumus Haspers

Untuk durasi hujan (0 < t < 2 jam)

$$\frac{R}{q} = 0,06 \left\{ t + 60 + 0,0008 \frac{(120 - t^2)}{60} (260 - R) \right\} \tag{8}$$

Untuk durasi hujan (2 ≤ t < 19 jam)

$$q = \frac{R}{3,6(t-1)} \tag{9}$$

d. Rumus Mononobe

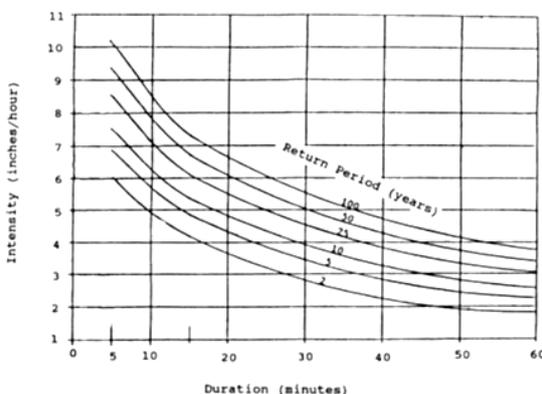
Durasi hujan $t = 1$ jam

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0,83} \tag{10}$$

2.4 Kurva IDF

Analisis hubungan dua parameter hujan yang penting berupa intensitas dan durasi dapat dihubungkan secara statistik dengan suatu frekuensi kejadiannya yang hasilnya disajikan sebagai grafik IDF (Joesron Loebis, 1992).

Kurva IDF merupakan kurva yang menyajikan hubungan antara frekuensi, intensitas dan lamanya hujan. Kurva tersebut umumnya dibentuk dengan menggunakan data hujan durasi pendek (menitan, jam-jaman). Namun bila data hujan periode pendek tidak tersedia, maka kurva IDF masih dapat dibuat dengan menggunakan data hujan harian. Penyajian secara grafik berupa kurva *Intensity - Duration - Frequency* (IDF) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Kurva IDF

III. METODOLOGI

3.1 Deskripsi Wilayah Studi

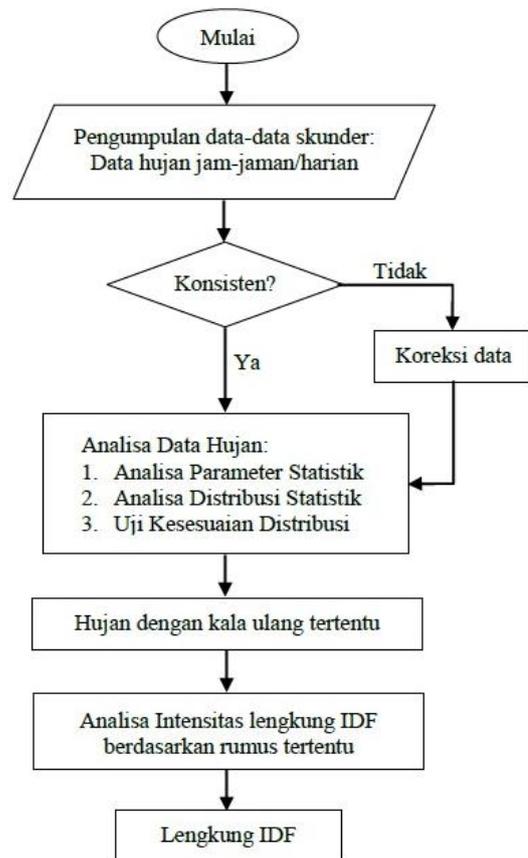
Lokasi kajian adalah daerah sebaran stasiun pencatat curah hujan di sekitar wilayah lereng Gunung Merapi yang secara administratif terletak di wilayah Kabupaten Sleman, Kabupaten Klaten dan Kabupaten Magelang. Dalam hal ini diambil 14 stasiun pencatat curah hujan, yaitu Stasiun Babadan, Deles, Gunung Maron, Ngandong, Batur,

Argomulyo, Ngepos, Girikerto, Plosokerep, Pucanganom, Pakem, Sukorini, Sorasan dan stasiun Randugunting.

Pemilihan 14 stasiun hujan tersebut berdasarkan pada sebaran lokasi, yang mewakili variabilitas elevasi stasiun hujan dari muka air laut dan asumsi kelengkapan data hujan yang tersedia sepanjang 1981-2010.

3.2 Prosedur Penelitian

Secara umum tahapan kajian untuk mendapatkan kurva IDF langkah-langkah analisis yang dilakukan adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa Hujan Harian Maksimum

Pembacaan data hujan harian diambil dari data hujan jam-jaman dengan mengikuti standar pembacaan alat pencatatan hujan di lokasi penelitian dengan satu data harian dimulai dari pukul 09.00 dan berakhir pada pukul 08.00 hari berikutnya. Pemilihan data dilakukan dengan cara yang sama untuk hujan

jam-jaman, yaitu dengan *annual maximum series*. Data yang diperoleh dari pengelompokan ini selanjutnya diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil untuk selanjutnya dilakukan analisis frekuensi.

Hasil pengelompokan seri data hujan harian maksimum (P_{max}) untuk Stasiun Babadan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi hujan dan intensitas curah hujan

Tahun	P_{max} (mm)	Tahun	P_{max} (mm)
1981	101	1996	96
1982	74	1997	76
1983	74	1998	117
1984	59	1999	111
1985	91	2000	85
1986	167	2001	118
1987	121	2002	118
1988	150	2003	137
1989	107	2004	80
1990	75	2005	101
1991	104	2006	100
1992	115	2007	109
1993	70	2008	174
1994	111	2010	141
1995	100		

4.2 Hasil Analisa Frekuensi

Seri data yang digunakan dalam analisis frekuensi dalam menentukan nilai intensitas hujan secara analitis adalah data hujan maksimum tahunan (*annual maximum series*) yaitu dengan mengambil satu data hujan maksimum berdasarkan durasi tertentu untuk setiap tahunnya. Data hujan maksimum tersebut selanjutnya diubah menjadi intensitas hujan yang kemudian dari nilai intensitas hujan tersebut dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan hujan rancangan dengan variasi periode kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahunan yang akan digunakan untuk menentukan intensitas hujan tiap durasinya.

Pada analisa frekuensi ini juga dilakukan pengujian untuk mengetahui pola distribusi yang paling sesuai untuk intensitas hujan rancangan tiap kala ulang yang ditentukan. Hasil analisis frekuensi hujan harian di seluruh stasiun hujan dapat di lihat pada Tabel 3.

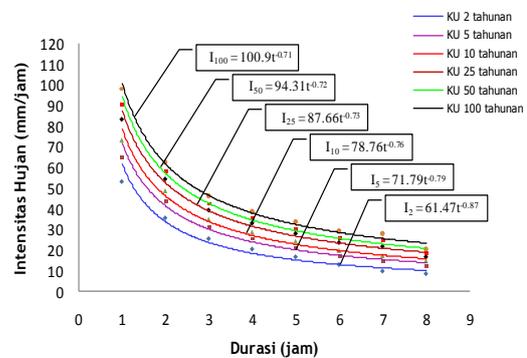
Tabel 3. Hasil analisa frekuensi hujan harian

Stasiun	Hujan Rancangan Dengan Kala Ulang (mm)						Distribusi
	2 tahunan	5 tahunan	10 tahunan	25 tahunan	50 tahunan	100 tahunan	
Argomulyo	116	164	197	239	270	302	Log Normal
Babadan	103	128	144	163	176	189	Log Normal
Batur	97	122	136	150	159	167	Normal
Deles	95	119	133	151	163	175	Log Normal
Gn. Maron	131	193	237	294	337	383	Log Normal
Girkerto	118	152	174	202	223	244	Gumbel
Ngandong	137	163	172	179	182	183	Log Pearson III
Ngepos	125	161	182	206	223	239	Log Pearson III
Pakem	84	114	133	158	176	193	Log Normal
Plosokerep	84	133	172	228	275	328	Log Pearson III
Pucanganom	65	92	112	142	167	194	Log Pearson III
Randugunting	68	93	110	131	146	161	Gumbel
Sorasan	68	97	120	152	180	211	Log Pearson III
Sukorini	58	79	92	110	123	136	Log Pearson III

4.3 Hasil Analisa Kurva IDF

Kurva hasil analisis perhitungan intensitas curah hujan secara analitis merupakan hasil dari analisis regresi terhadap nilai intensitas hujan berdasarkan durasi dan kala ulang yang telah ditetapkan, dengan mengambil persamaan yang memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) yang mendekati 1 (satu).

Hasil analisis perhitungan pada semua stasiun hujan menunjukkan nilai determinasi (R^2) mendekati nilai satu, hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara intensitas hujan, durasi dan kala ulang pada semua stasiun, sehingga semua data dari 14 stasiun hujan di wilayah lereng Gunung Merapi ini dapat digunakan untuk perhitungan pada analisis selanjutnya.



Gambar 3. Kurva IDF metode analitis Stasiun Babadan

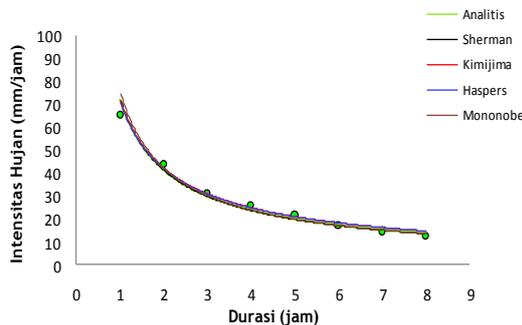
Perbandingan nilai deviasi rata-rata untuk rumus-rumus intensitas hujan yang dianalisis yaitu rumus Sherman, Kimijima, Haspers dan Mononobe pada penelitian ini hanya dilakukan perbandingan dari selisih nilai intensitas saja dan tidak melakukan pengujian perbedaan nilai intensitas secara statistik atau uji significant difference. Hasil nilai deviasi rerata dari empat persamaan empiris tersebut menunjukkan bahwa nilai intensitas dengan pendekatan rumus Sherman memiliki nilai

deviasi terkecil, seperti dapat dilihat pada Tabel 4 yang menunjukkan perbandingan nilai deviasi rata-rata rumus intensitas hujan di 14 stasiun hujan untuk kala ulang 5 tahun.

Tabel 4. Perbandingan nilai deviasi rata-rata rumus intensitas hujan

Sta. Hujan	Deviasi Rata-Rata			
	Sherman	Kimijima	Haspers	Mononobe
Argomulyo	0,1	5,3	0,8	0,4
Babadan	0,2	1,0	0,9	0,5
Batur	0,1	1,9	1,9	1,5
Deles	0,1	1,1	2,5	2,1
Girikerto	0,3	0,7	0,3	0,6
Gn. Maron	0,3	3,0	0,2	0,4
Ngandong	0,3	0,9	0,9	0,6
Ngepos	0,3	0,9	0,5	0,8
Pakem	0,1	0,3	1,0	0,7
Plosokerep	0,1	1,1	3,7	3,3
Pucanganom	0,0	0,5	0,9	1,3
Randugunting	0,1	1,0	1,7	1,3
Sorasan	0,1	0,3	0,6	0,2
Sukorini	0,2	0,9	1,7	2,0

Kurva IDF hasil perbandingan nilai intensitas hujan dengan pendekatan rumus-rumus empiris untuk kala ulang 5 tahunan di Stasiun Babadan terhadap nilai intensitas terukur dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Kurva IDF Stasiun Babadan dengan kala ulang 5 tahunan

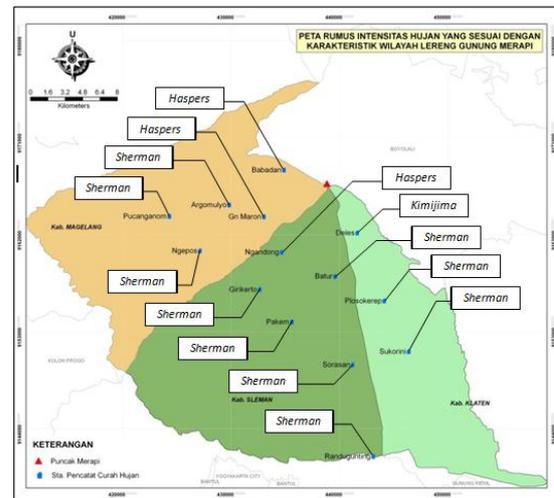
4.4 Hasil Uji Kesesuaian Rumus Intensitas Hujan

Metode untuk menentukan kriteria penampilan atau kalibrasi model terhadap hasil pengamatan lapangan menurut Drouge, G dkk, 2002, dapat dilakukan dengan pendekatan Root Mean Square Error (RMSE) yang bertujuan untuk mempresentasikan rata-rata kuadrat simpangan (selisih) antara nilai hasil perhitungan (model) terhadap nilai pengukuran dengan mensyaratkan nilai simpangan terkecil. Hasil kesesuaian rumus intensitas hujan di wilayah lereng Gunung Merapi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan nilai deviasi rata-rata rumus intensitas hujan

Sta. Hujan	Nilai Simpangan atau Selisih (RMSE)			
	Sherman	Kimijima	Haspers	Mononobe
Argomulyo	3,26	13,71	8,77	14,94
Babadan	2,37	3,86	1,43	4,24
Batur	1,57	4,42	2,04	4,66
Deles	2,08	1,95	3,91	5,86
Girikerto	4,20	6,99	4,99	9,33
Gn. Maron	12,08	14,88	11,78	20,42
Ngandong	11,23	17,31	9,74	11,66
Ngepos	4,36	4,54	10,56	7,49
Pakem	2,95	2,97	4,93	16,51
Plosokerep	2,94	6,37	12,73	16,41
Pucanganom	1,86	7,37	3,13	4,77
Randugunting	2,65	2,79	3,56	5,03
Sorasan	2,43	6,83	5,12	8,11
Sukorini	3,88	4,85	4,587	4,37

Hasil uji kesesuaian dengan menggunakan pendekatan RMSE dan didukung dengan hasil perbandingan nilai deviasi rata-rata dari masing-masing rumus empiris yang di analisis, maka dapat diketahui bahwa rumus Sherman merupakan rumus yang memiliki kesesuaian dengan karakteristik intensitas hujan di wilayah lereng Gunung Merapi. Hasil uji kesesuaian ini tentu masih diperlukan pengujian secara statistik atau uji significant difference untuk memperoleh hasil yang lebih terukur. Ploting rumus terbaik berdasarkan hasil uji RMSE pada masing-masing stasiun pencatat curah hujan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta sebaran rumus empiris karakteristik intensitas hujan

V. KESIMPULAN

Terdapat pola hubungan yang signifikan antara elevasi dengan rata-rata jumlah hujan tahunan dimana semakin tinggi suatu daerah maka curah hujan rata-rata tahunan cenderung lebih tinggi dan dari hasil uji perbandingan

selisih nilai intensitas hujan dari berbagai rumus empiris di 14 stasiun yang diamati di wilayah penelitian menunjukkan bahwa 10 stasiun hujan dengan nilai rata-rata kuadrat simpangan (selisih) terkecil memiliki kecenderungan kesesuaian terhadap rumus Sherman, dengan nilai deviasi rata-rata keseluruhan sebesar 0,2.

DAFTAR PUSTAKA

- As-syakur A.R., Prasetya R., 2010, *Pola Spasial Anomali Curah Hujan Selama Maret Sampai Juni 2010 di Indonesia; Komparasi Data TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA) 3B43 Dengan Stasiun Pengamat Hujan*, Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia, 6 Agustus 2010: 505-515.
- Bambang Triatmodjo., 2009, *Hidrologi Terapan*, Cetakan Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
- Droque G., El Idrissi A., Pfister L., Leviandier T., Iffly J.F. & Hoffmann L., 2002, *Calibration of a Parsimonious Rainfall-Runoff Model: a sensitivity analysis from local to regional scale*. Proceedings of the First Biennial Meeting of the International Environmental Modeling and Software Society, Lugano (Switzerland), volume 1: 464-469.
- Edvin A., Mimin K., Budiman., 2011, *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*, Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara Kedepkatan Bidang Klimatologi, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- Ina J., Bayong T.H., Mezak A.R., 2006, *Periode Curah Hujan Dominan Dan Hubungannya Dengan Topografi*, Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca, UPT Hujan Buatan BPPT, 7, No. 2, Jakarta.
- Joesron Loebis., 1992, *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*, Departemen Pekerjaan Umum
- Joko Sujono., 2011, *Hidrologi Terapan, Bahan Kuliah*, Magister Pengelolaan Bencana Alam, Program Pascasarjana, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Sosrodarsono S., Takeda K., 1985, *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Sri Harto., 2000, *Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yogyakarta.