

Analisis Durasi Hujan Dominan dan Pola Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman di Wilayah Gunung Merapi

Dewi Ayu Sofia

Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Sukabumi
Jl. Babakan Sirna No. 25 Kota Sukabumi, Indonesia
dewiayusofia@polteksmi.ac.id

Abstrak

Besaran hujan merupakan faktor dominan yang memicu terjadinya aliran lahar dingin pada daerah lereng gunung api aktif, seperti Gunung Merapi. Pada kejadian banjir lahar dingin dimana hujan sebagai pemicunya, terjadi proses transformasi hujan menjadi aliran. Oleh karena itu, diperlukan analisis karakteristik curah hujan, seperti penentuan durasi hujan dominan dan pola distribusi curah hujan jam-jaman sebelum proses transformasi tersebut dilakukan. Durasi hujan dominan diperoleh dari frekuensi kejadian hujan lebat terbanyak yang dianalisis dengan bantuan *software* WRPLOT View. Selanjutnya, pola distribusi hujan rerata jam-jaman berdasarkan curah hujan terukur yang ada di lokasi penelitian dapat ditentukan. Hasil analisis menunjukkan tinggi elevasi stasiun hujan berpengaruh terhadap durasi hujan dominannya, sedangkan pola distribusi hujan rerata jam-jaman menunjukkan intensitas hujan yang tinggi pada jam pertama dan menurun pada jam berikutnya.

Kata kunci: karakteristik hujan, durasi hujan dominan, pola distribusi hujan jam-jaman

Abstract

Rainfall intensity is a main factor which trigger debris flow at sloping volcano area, as Mount Merapi. In case of debris flow where rainfall is one of the triggers, there will be changes from rainfall to streamflow. Thus, analysis of rainfall characteristics, such as dominant rainfall duration and hourly rainfall distribution pattern before the transformation process conducted is needed. Dominant rainfall duration obtained from the most frequency of heavy rainfall event which analyzed by using WRPLOT View software. Furthermore, average rainfall distribution pattern based on measured rainfall at research location can be determined. Results of analysis show that elevation of rainfall stations are influence to dominant rainfall duration, while average rainfall distribution pattern shows higher percentage at the first hour and decreased on the following hours.

Keywords: rainfall characteristic, dominant rainfall duration, hourly rainfall distribution pattern

I. PENDAHULUAN

Selain ancaman primer berupa aliran lava dan awan panas, erupsi Gunung Merapi juga berpotensi menimbulkan ancaman sekunder berupa banjir lahar dingin. Pada kejadian banjir lahar dingin dimana hujan sebagai pemicunya, terjadi proses transformasi hujan menjadi aliran. Sebelum proses transformasi hujan aliran dilakukan, maka terlebih dahulu diperlukan studi lebih lanjut mengenai karakteristik hujan di wilayah Gunung Merapi sebagai informasi hidrologi untuk bahan atau acuan dalam menganalisis kemungkinan terjadinya aliran lahar dingin. Karakteristik hujan dalam kaitannya dengan transformasi hujan aliran antara lain variabilitas hujan baik ruang maupun waktu untuk

hujan durasi pendek (misal: menit dan jam) maupun panjang (misal: harian dan bulanan), *trend* hujan untuk berbagai durasi, serta durasi hujan dominan dan pola distribusi hujan jam-jaman.

Pada makalah ini, karakteristik hujan di wilayah Gunung Merapi yang akan dianalisis hanya durasi hujan dominan dan pola distribusi hujan jam-jamannya saja. Hal ini dilakukan karena kedua karakteristik tersebut berkaitan langsung dengan analisis perhitungan banjir rancangan (aliran). Untuk menghitung banjir rancangan dengan metode hidrograf satuan, hujan rancangan harus ditentukan terlebih dahulu. Hujan rancangan yang digunakan harus didistribusikan berdasarkan durasi hujan dominan dan pola distribusi hujannya.

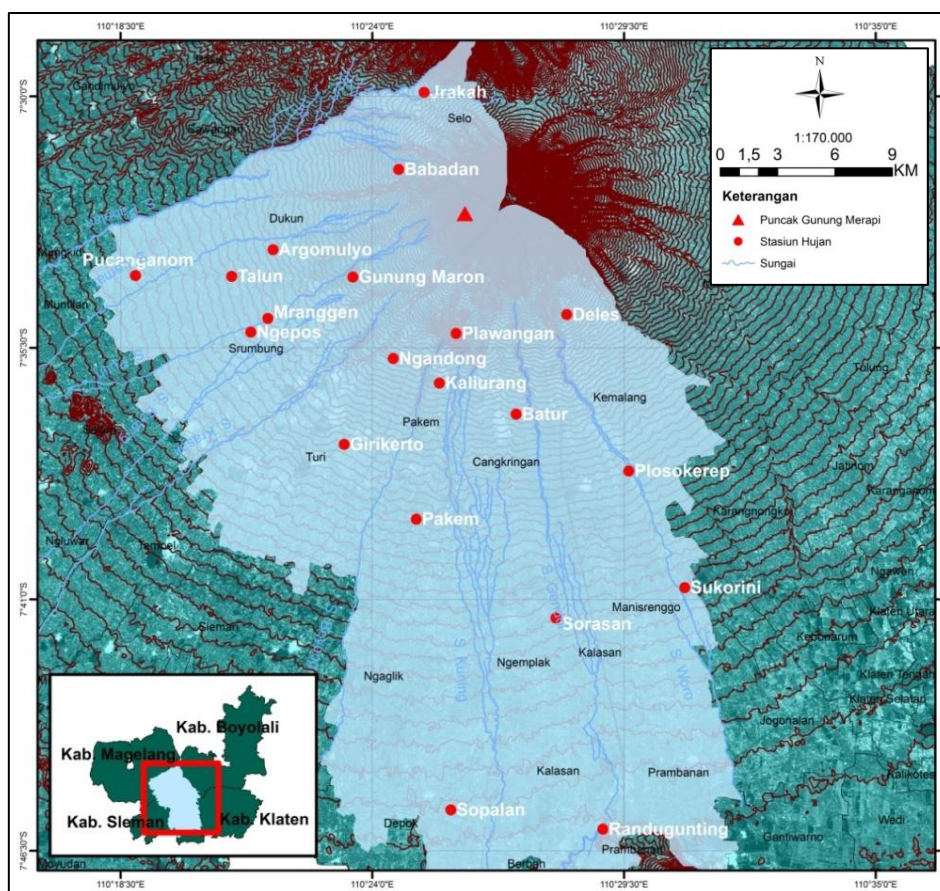
Beberapa penelitian terkait curah hujan khususnya di wilayah Gunung Merapi telah dilakukan sebelumnya. Analisis perbandingan pola *trend* curah hujan di sembilan stasiun hujan di kawasan lereng barat dan selatan Gunung Merapi dari tahun 1989-2008 dengan menggunakan metode regresi linear dan Mann-Kendall dilakukan oleh [1]. Pada [2], karakteristik intensitas hujan di wilayah lereng Gunung Merapi dievaluasi dengan beberapa rumus empiris menggunakan indikator ketelitian nilai *Root Mean Square Error* (RMSE). Selain itu, karakteristik hujan sebagai penyebab aliran debris juga telah dilakukan dengan menggunakan pendekatan *critical line curve* metode B [3] dan metode A [4] yang diterbitkan oleh MLIT. Terakhir, durasi hujan yang mewakili serta pola distribusi hujan dengan menggunakan data hujan 30 menit juga telah dianalisis oleh [4]. Makalah ini merupakan pengembangan dari [4]. Sama halnya dengan [4], dilakukan analisis durasi hujan dominan dan pola distribusi hujan jam-jaman yang mewakili wilayah yang ditinjau. Pengembangannya adalah pada analisis pola distribusi hujan tidak dilakukan pemisahan antara pola dan durasi hujannya. Selain itu, analisis untuk menentukan durasi hujan dominan dilakukan dengan bantuan *software* WRPLOT View.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Data Penelitian

Lokasi penelitian berada di 20 lokasi stasiun pencatat curah hujan yang tersebar di sekitar wilayah Gunung Merapi yang secara administratif terletak di wilayah Kabupaten Sleman, Kabupaten Klaten, Kabupaten Magelang dan Kabupaten Boyolali. Peta lokasi penelitian tersaji pada Gambar 1.

Data penelitian diambil dari 20 stasiun pencatat curah hujan yang memiliki rekaman data hujan otomatis dari tahun 1980-2013. Stasiun pencatat curah hujan yang dianalisis antara lain Stasiun Plawangan, Jragung, Babadan, Deles, Gunung Maron, Kaliurang, Ngandong, Batur, Argomulyo, Mranggen, Ngepos, Talun, Girikerto, Plosokerep, Pucanganom, Pakem, Sukorini, Sorasan, Sopalan dan Randugunting. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: data curah hujan jam-jaman dalam rentang waktu 34 tahun dari tahun 1980-2013 dan posisi geografis (koordinat) stasiun pencatat curah hujan (Balai Sabo Yogyakarta, 2013). Selain itu, digunakan juga peta Rupa Bumi Indonesia yang diperoleh dari Bakosurtanal.



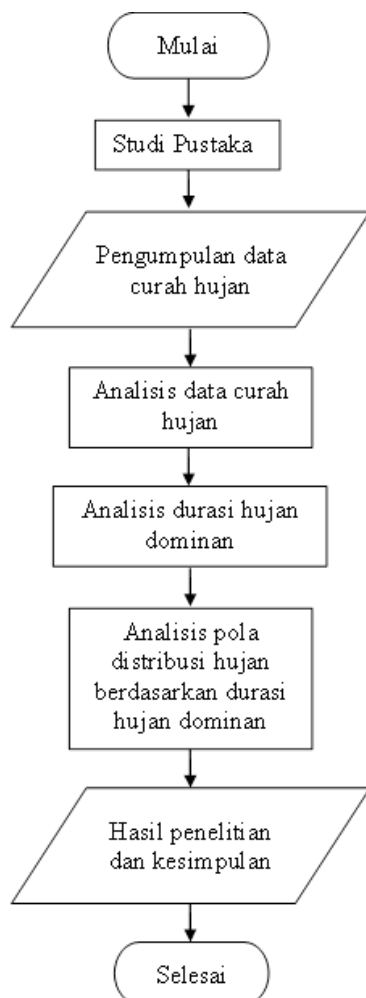
Gambar 1. Peta lokasi penelitian

B. Tahapan Penelitian

Langkah-langkah yang ditempuh untuk dapat memperoleh tujuan akhir dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. melakukan studi pustaka mengenai literatur yang berkaitan dengan karakteristik hujan, yang meliputi analisis durasi hujan dominan, serta pola distribusi hujan. Literatur tersebut berupa *text book*, internet, jurnal, serta penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini,
2. melakukan pengumpulan data rekaman curah hujan jam-jaman secara lengkap di wilayah lokasi penelitian,
3. melakukan pengelompokan seri data hujan,
4. melakukan analisis data hujan dari stasiun pencatat hujan otomatis yang ada di lokasi penelitian dengan bantuan *software* WRPLOT View, sehingga diperoleh durasi hujan dominan yang mewakili di wilayah penelitian,
5. menentukan pola distribusi hujan jam-jaman berdasarkan durasi hujan dominan.

Tahapan-tahapan penelitian di atas dapat dijelaskan dalam bagan alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

C. Analisis Data Curah Hujan

Data hujan jam-jaman yang diperoleh dan digunakan pada penelitian ini selanjutnya dikelompokkan dengan menggunakan metode *isolated event*. Pada metode ini, suatu rentetan kejadian hujan dapat dikatakan satu kejadian hujan apabila rentetan hujan tersebut tidak berhenti atau dibatasi kejadian tanpa hujan minimal 1 jam.

D. Analisis Durasi Hujan Dominan

Setelah data curah hujan dikelompokkan dengan menggunakan metode *isolated event*, langkah selanjutnya adalah mensimulasikan data hujan tersebut dengan menggunakan bantuan *software* WRPLOT View. WRPLOT View (*Wind Rose Plot/Lakes Environmental*) adalah program windows yang umumnya digunakan untuk data angin. Program ini dapat menggambarkan frekuensi terjadinya angin di masing-masing sektor arah dan kelas kecepatan angin untuk lokasi dan periode waktu tertentu. WRPLOT View juga dapat menganalisis kejadian hujan tanpa pemisahan antara durasi dan kedalaman hujan [5].

Prosedur umum atau langkah-langkah analisis dengan menggunakan *software* WRPLOT View adalah sebagai berikut ini [5].

1) *Input data*: WRPLOT View memerlukan data dalam bentuk Excel, maka dari itu data hujan otomatis yang telah dikumpulkan dan dianalisis dengan metode *isolated event*, selanjutnya disusun berdasarkan tahun, bulan, tanggal, waktu, durasi hujan dan kedalaman hujan. Pada WRPLOT View kecepatan angin diganti dengan kedalaman hujan dan arah angin diganti dengan durasi hujan. Pada penelitian ini, lama durasi hujan yang digunakan adalah 8 jam. Oleh karena itu, setiap durasi 1 jam sama dengan 45° .

2) *Import data dari Excel ke dalam format samson dan input data stasiun hujan*: data yang telah selesai diinput dalam bentuk Excel dapat diinput ke dalam *software* WRPLOT View dengan cara mengimportnya dari *tools* pada menu utama. Agar data dapat dianalisis oleh WRPLOT View, maka data tersebut harus diubah ke dalam format Samson dengan mengimport data Excel, mengisi *data fields* dan *station information* yang ada pada *import surface data from excel* pada menu *tools*.

3) *Penentuan wind classes dan wind direction*: penentuan *wind classes* yaitu dengan cara membagi kedalaman hujan menjadi beberapa klas (jangkau/*range*). *Wind classes* pada penelitian ini dibagi menjadi 6 klas, terdiri dari kedalaman 0 – 10 mm, 10 mm – 20 mm, 20 mm – 30 mm, 30 mm – 40 mm, 40 mm – 50 mm, dan ≥ 50 mm. *Wind direction* merupakan penentuan durasi hujan, dimana durasi hujan yang digunakan adalah 8 jam.

4) *Met data information*: pada menu ini dapat dipilih data yang telah diimport ke dalam bentuk file samson untuk dapat dilakukan analisis oleh WRPLOT View. Setelah dipilih, maka WRPLOT View akan menganalisis semua file yang ada pada *meteorological data file*.

5) *Hasil analisis WRPLOT View*: hasil dari analisis WRPLOT View dapat dilihat pada menu *frequency count*, *frequency distribution*, *wind rose*, dan *graph*. Dari *output software* WRPLOT View dapat diperoleh frekuensi kejadian hujan terbesar dan durasi hujan yang mewakili daerah yang ditinjau.

E. Analisis Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman Rerata

Pola distribusi hujan menggambarkan hubungan antara persen hujan dan waktu (durasi). Berdasarkan hasil pemilihan sejumlah data kejadian hujan yang tercatat dalam data hujan jam-jaman dengan kedalaman hujan yang telah ditentukan dan hasil analisis dengan menggunakan *software* WRPLOT View, maka dapat dilakukan analisis pola distribusi hujan terukur.

Data-data yang telah terkumpul didistribusikan kejadiannya mulai dari jam pertama sampai jam terakhir dan ditransformasikan ke dalam bentuk persentase kumulatif. Seluruh persentase kumulatif tersebut dibuat kurva hubungan antara persentase hujan kumulatif dan persentase durasi hujan. Untuk memperoleh kurva distribusi hujan terukur rerata dari semua kejadian hujan tersebut, maka dilakukan interpolasi berdasarkan durasi hujan yang telah diperoleh yang selanjutnya dirata-ratakan untuk setiap kejadian hujan. Pola distribusi hujan rata-rata tersebut diplotkan pada kurva distribusi hujan terukur, sehingga diperoleh pola distribusi hujan rata-rata yang mewakili wilayah yang ditinjau. Menurut [6], pada umumnya pola distribusi hujan rerata berdasarkan durasi hujan dominan maupun keseluruhan memiliki pola distribusi hujan yang hampir sama.

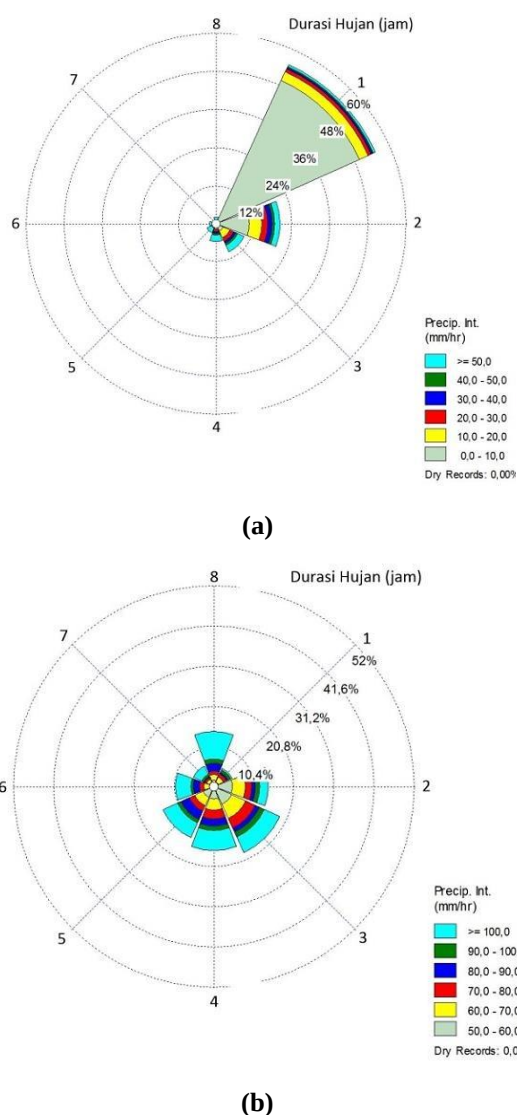
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Durasi Hujan Dominan

Berdasarkan hasil analisis data hujan otomatis di lokasi pengamatan dengan bantuan *software* WRPLOT View, dapat diketahui frekuensi atau persentase kejadian hujan di masing-masing durasi dengan interval kedalaman hujan tertentu dari *windrose* seperti yang ditampilkan pada Gambar 3 (a). Data hujan yang dianalisis pada *windrose* tersebut merupakan data hujan keseluruhan, sedangkan kriteria hujan dominan yang telah ditetapkan adalah durasi hujan yang memiliki

kedalaman hujan ≥ 50 mm terbanyak. Kriteria ini ditetapkan berdasarkan klasifikasi yang telah dikemukakan oleh [7] dan [8]. Jadi, durasi hujan dominan ditentukan dari durasi hujan yang memiliki luasan berwarna toska yang paling besar yang terdapat di durasi 3 jam. Jika kedalaman hujan < 50 mm tidak diikuti sertakan, maka *windrose* yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 3 (b). Pada *windrose* tersebut terlihat jelas, jika durasi yang memiliki luasan atau mencapai nilai persentase terbesar juga berada di durasi 3 jam. Untuk stasiun hujan yang lain, durasi hujan lebat dominannya ditampilkan pada Tabel 1.

Durasi hujan dominan yang telah didapat kemudian dipetakan ke dalam peta dasar wilayah Gunung Merapi yang telah dibuat sebelumnya, sehingga dapat diperoleh pola sebaran wilayah dan durasi hujan dominannya yang ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 3. *Windrose* frekuensi kejadian hujan di Stasiun Plawangan: (a) hujan keseluruhan, (b) hujan ≥ 50 mm

Tabel 1. Durasi hujan lebat dominan di masing-masing stasiun hujan

Stasiun Hujan	Durasi (Jam)	Stasiun Hujan	Durasi (Jam)
Plawangan	3	Ngepos	3
Jrakah	4	Talun	4
Babadan	8	Girikerto	2
Deles	8	Plosokerep	2
Gn. Maron	3	Pucanganom	3
Kaliurang	3	Pakem	3
Ngandong	3	Sukorini	2
Batur	4	Sorasan	3
Argomulyo	2	Sopalan	2
Mranggen	3	Randugunting	3

Dari Gambar 4 dapat diamati wilayah stasiun dengan durasi hujan lebat dominannya seperti berikut ini.

Durasi 2 jam : Stasiun Argomulyo, Stasiun Girikerto, Stasiun Plosokerep, Stasiun Sorasan, Stasiun Sukorini, Stasiun Sopalan dan Stasiun Randugunting.

Durasi 3 jam : Stasiun Pucanganom, Stasiun Talun, Stasiun Ngepos, Stasiun Mranggen, Stasiun Gunung Maron, Stasiun Ngandong,

Stasiun Plawangan, Stasiun Kaliurang, Stasiun Pakem, Stasiun Batur.

Durasi 4 jam : Stasiun Jrakah.

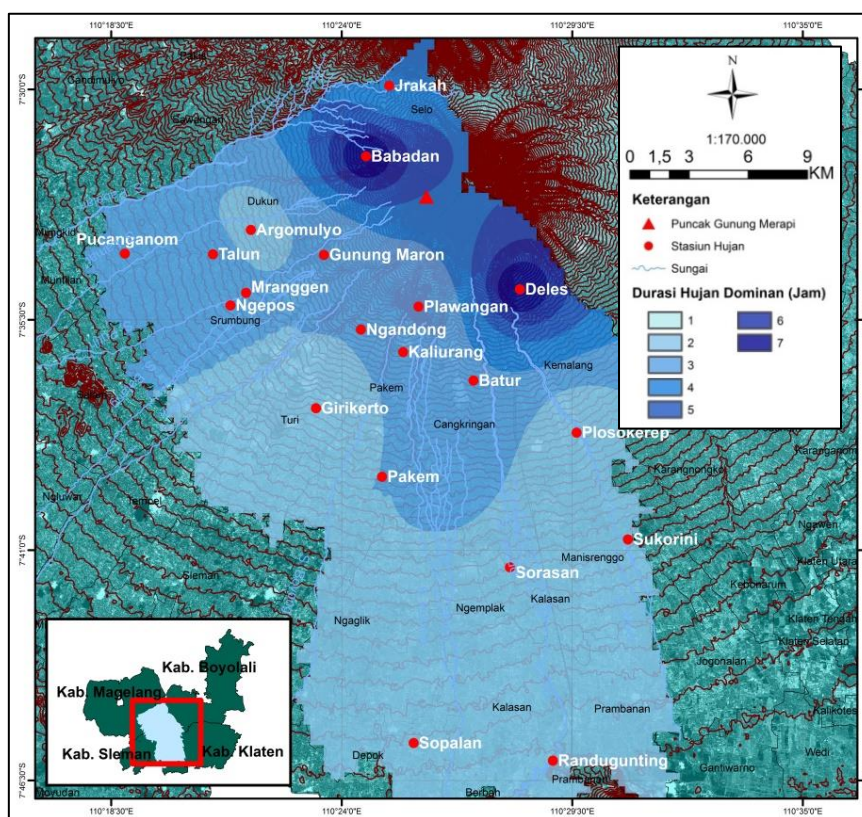
Durasi 7 jam : Stasiun Babadan dan Deles.

Gambar tersebut juga memperlihatkan adanya wilayah dengan durasi dominan 5 dan 6 jam yang berada di sekitar Stasiun Babadan dan Deles. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa makin tinggi elevasi stasiun hujan, maka makin besar juga durasi hujan dominannya.

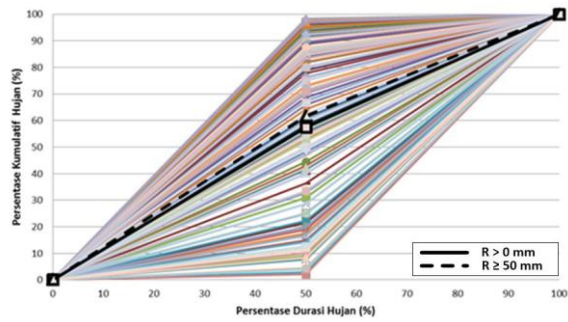
B. Pola Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman Rerata

Dari setiap durasi hujan dominan yang mewakili wilayah stasiun hujan yang ditinjau, selanjutnya dapat ditentukan distribusi hujan rerata setiap jamnya. Gambar 5-Gambar 10 menunjukkan pola distribusi hujan rerata jam-jaman untuk berbagai durasi mulai dari 2 jam-7 jam.

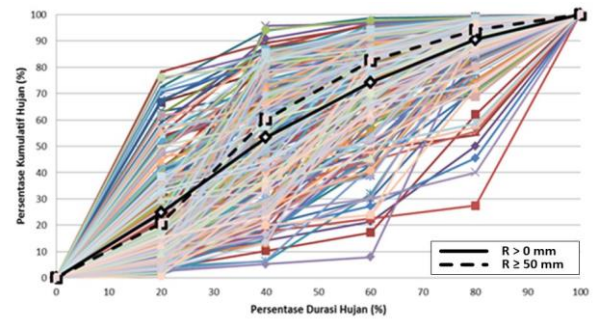
Berdasarkan grafik distribusi hujan rerata yang telah ditampilkan, dapat terlihat bahwa pola distribusi hujan rerata pada $R > 0$ mm dan $R \geq 50$ mm memiliki pola yang relatif sama untuk seluruh durasi hujan lebat dominan yang ditinjau. Dari kurva tersebut juga dapat ditentukan besarnya persentase hujan tiap jamnya. Persentase distribusi hujan untuk tiap durasi pada $R > 0$ mm disajikan pada Tabel 2, sedangkan untuk $R \geq 50$ mm disajikan pada Tabel 3.



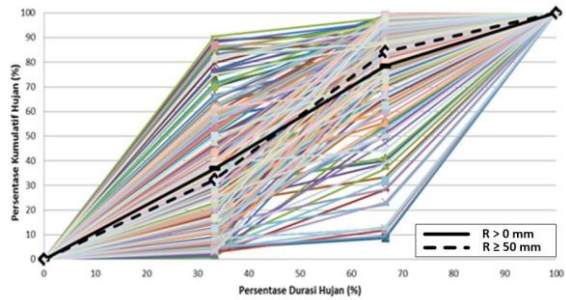
Gambar 4. Peta sebaran durasi hujan lebat dominan stasiun-stasiun hujan di sekitar wilayah Gunung Merapi



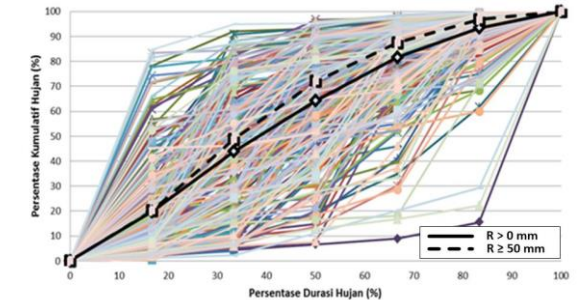
Gambar 5. Pola distribusi hujan rerata durasi 2 jam



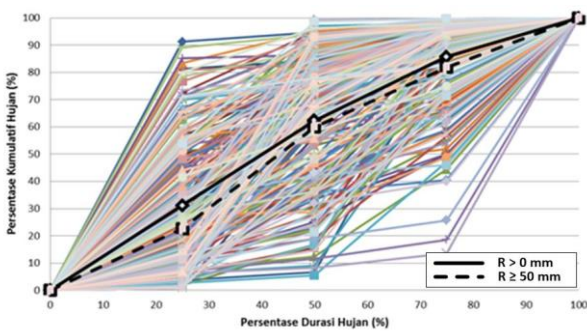
Gambar 8. Pola distribusi hujan rerata durasi 5 jam



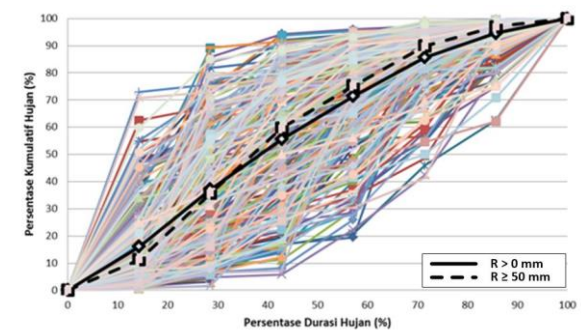
Gambar 6. Pola distribusi hujan rerata durasi 3 jam



Gambar 9. Pola distribusi hujan rerata durasi 6 jam



Gambar 7. Pola distribusi hujan rerata durasi 4 jam



Gambar 10. Pola distribusi hujan rerata durasi 7 jam

Tabel 2. Persentase distribusi hujan rerata untuk setiap durasi pada $R > 0$ mm

Durasi Hujan	Distribusi Hujan	Persentase distribusi hujan (%) jam ke-						
		1	2	3	4	5	6	7
2 Jam	Kumulatif	57,39	100,00					
	Tiap Jam	57,39	42,61					
3 Jam	Kumulatif	36,85	78,44	100,00				
	Tiap Jam	36,85	41,59	21,56				
4 Jam	Kumulatif	31,15	62,33	85,76	100,00			
	Tiap Jam	31,15	31,18	23,44	14,24			
5 Jam	Kumulatif	24,80	53,27	74,25	90,46	100,00		
	Tiap Jam	24,80	28,47	20,98	16,21	9,54		
6 Jam	Kumulatif	19,76	43,84	64,18	81,58	93,42	100,00	
	Tiap Jam	19,76	24,07	20,34	17,40	11,84	6,58	
7 Jam	Kumulatif	16,08	37,09	55,61	71,38	85,65	94,58	100,00
	Tiap Jam	16,08	21,01	18,52	15,77	14,28	8,92	5,42

Tabel 3. Persentase distribusi hujan rerata untuk setiap durasi pada $R \geq 50$ mm

Durasi Hujan	Distribusi Hujan	Persentase distribusi hujan (%) jam ke-						
		1	2	3	4	5	6	7
2 Jam	Kumulatif	61,68	100,00					
	Tiap Jam	61,68	38,32					
3 Jam	Kumulatif	32,37	84,22	100,00				
	Tiap Jam	32,37	51,85	15,78				
4 Jam	Kumulatif	22,68	59,98	81,87	100,00			
	Tiap Jam	31,15	31,18	21,89	18,13			
5 Jam	Kumulatif	20,76	60,24	82,43	93,99	100,00		
	Tiap Jam	20,76	39,49	22,18	11,57	6,01		
6 Jam	Kumulatif	20,07	48,68	71,92	87,47	96,76	100,00	
	Tiap Jam	20,07	28,61	23,24	15,55	9,29	3,24	
7 Jam	Kumulatif	11,23	35,75	59,68	75,25	89,81	96,99	100,00
	Tiap Jam	11,23	24,52	23,93	15,58	14,55	7,18	3,01

Ditinjau dari Tabel 2 dan Tabel 3, persentase distribusi hujan untuk $R > 0$ mm dan $R \geq 50$ berdasarkan durasi hujan lebat dominan pada umumnya menunjukkan selisih yang tidak terlalu besar atau signifikan. Dari seluruh durasi yang ditinjau selisih persentase tertinggi terdapat di durasi 5 jam pada jam ke 2 yakni sebesar 11,01 %. Selain itu, dapat disimpulkan juga bahwa pada pola distribusi hujan rerata untuk semua durasi hujan lebat dominan yang diteliti memiliki pola yang cenderung naik pada jam pertama dan akan menurun pada jam berikutnya.

IV. KESIMPULAN

Analisis durasi hujan dominan dan pola distribusi hujan rerata jam-jaman di wilayah Gunung Merapi telah diuraikan pada makalah ini. Hasil analisis menunjukkan bahwa tinggi elevasi stasiun hujan berpengaruh terhadap durasi hujan dominannya. Pola distribusi hujan rerata berdasarkan durasi hujan dominan selama 2 jam-7 jam menunjukkan intensitas hujan yang tinggi pada satu jam pertama dan menurun pada jam berikutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Ir. Joko Sujono, M.Eng., Ph.D. dan Prof. Ir. Djoko Legono, Ph.D. dari Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah

Mada atas bimbingan dan arahan selama melakukan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Endhita P., et al., "Kajian Variabilitas Curah Hujan di Kawasan Lereng Gunung Merapi dengan Uji Mann-Kendall", *INFO TEKNIK*, Vol. 13 No. 1 pp. 1-10, Juli 2012
- [2] Dhian D., "Analisis Karakteristik Intensitas Hujan di Wilayah Lereng Gunung Merapi", *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, Vol. 1 No. 1 pp. 14-19, Juni 2015
- [3] Caecilia A., "Analisis Karakteristik Hujan Penyebab Aliran Debris di Lereng Gunung Merapi (Studi Kasus Kali Putih dan Kali Boyomg bagian Hulu)", Tesis Magister Pengelolaan Bencana Alam, Program Pascasarjana FT UGM, 2013
- [4] Pudak J., "Karakteristik Hujan di Wilayah Lereng Gunung Merapi (Rumus Empiris Hujan, Durasi, Agihan dan Critical Line Kali Woro)", Tesis Magister Pengelolaan Bencana Alam, Program Pascasarjana FT UGM, 2014
- [5] Lakes Environmental, <http://www.webLakes.com>
- [6] Ellida N., "Pola Agihan Hujan dan Pengaruhnya terhadap Banjir Rancangan", Tesis Magister Pengelolaan Bencana Alam, Program Pascasarjana FT UGM, 2012
- [7] BMG, "Curah Hujan dan Potensi Bencana Gerakan Tanah", 2008, <http://pirba.hrdpnetwork.com/>
- [8] Suyono S., Kensaku T., *Hidrologi untuk Pengairan*, Jakarta: Pradnya Paramita, 1985

