
Indonesian Physical Review

Volume 3 Issue 1, January 2020

P-ISSN: 2615-1278, E-ISSN: 2614-7904

Pemodelan Pengukuran Diameter Dan Kecepatan Jatuh Butiran Hujan Menggunakan Alat Spektro Pluviometer

Yulia Satriadi¹, I Wayan Sudiarta¹, Dian Wijaya Kurniawidi^{1*}

¹ Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram, Indonesia.

*E-mail: diankurnia@unram.ac.id

INFO ARTIKEL

Article History

Received:09-09-2019

Revised:30-09-2019

Accepted:05-10-2019

Keywords :

Diameter butiran hujan,
Kecepatan jatuh butiran
hujan, Spektro
pluviometer.

How To Cite :

Satriadi, Yulia., Sudiarta,
IW., Kurniawidi, DW.
2020. Spektro Pluviometer
Sebagai Alat Penentu
Diameter dan Kecepatan
Jatuh Butiran Hujan.
Indonesian Physical
Review, 3(1), pp. 1- 5

DOI :

[https://doi.org/1029303/i
pr.v3i1.32](https://doi.org/1029303/i
pr.v3i1.32)

ABSTRAK

Cuaca merupakan gejala alam yang terjadi dalam waktu yang relatif singkat, dan perubahan cuaca yang tiba-tiba dapat menimbulkan kejadian bencana alam. Fenomena cuaca yang berdampak langsung antara lain adalah hujan. Dalam penelitian ini dilakukan penentuan diameter dan kecepatan jatuh butiran hujan. Pengukuran diameter dan kecepatan jatuh butiran air yang diperoleh dapat menjadi data yang bermanfaat untuk mitigasi bencana. Penelitian ini menggunakan alat optical spektro pluviometer yang dilengkapi dengan laser diode sebagai pemancar cahaya dan sensor cahaya TEMT6000 sebagai penerima cahaya. Prinsip kerja spektro pluviometer berdasarkan perubahan tegangan yang dihasilkan oleh butiran hujan ketika menghalangi cahaya ke sensor. Diameter butiran air yang terukur yaitu diameter butiran air hasil observasi (D_{obs}) berkisar pada rentang 3,8 mm – 5,7 mm, diameter butiran air hasil model (D_{mod}) berkisar pada rentang 3,6 mm hingga 5,5 mm. Kecepatan jatuh butiran air hasil observasi (v_{obs}) pada rentang 0,989 m/s – 2,424 m/s dan hasil kecepatan jatuh butiran air hasil model (v_{mod}) pada rentang 0,9 m/s hingga 2,5 m/s.

Copyright © 2020IPR. All rights reserved.

Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu wilayah dengan kejadian bencana banjir dan tanah longsor yang tinggi. Sejak Januari 2018 hingga Oktober 2018 di Indonesia telah terjadi 1.999 kejadian bencana. Kejadian yang paling mendominasi yaitu bencana banjir dan tanah longsor. Khusus untuk wilayah NTB telah terjadi 61 kejadian dengan 50% diantaranya adalah kejadian banjir dan tanah longsor, BNPB (2018). Kejadian banjir dan tanah longsor tersebut menimbulkan banyak kerugian dan korban jiwa. Salah satu metode untuk mengetahui potensi terjadinya longsor di suatu daerah adalah dengan mengetahui berapa banyak air yang jatuh ketika hujan. Untuk itu perlu dilakukanlah penelitian untuk mengetahui banyaknya air hujan. Banyaknya air hujan dapat dihitung dari diameter dan kecepatan jatuh butiran air hujan [1]. penentuan diameter dan kecepatan jatuh butiran air dapat dilakukan menggunakan alat optik spektro

pluviometer [2] yang selanjutnya butiran air yang digunakan dijadikan sebagai model butiran hujan. Penelitian mengenai butiran hujan sebelumnya juga telah dilakukan di daerah Lombok Barat menggunakan alat yang disebut disdrometer akustik akan tetapi rancangan alat yang digunakan sangat rumit [3]. Penelitian ini menggunakan rancangan alat spektro pluviometer serta alat ini mampu menentukan diameter butiran hujan hasil observasi (D_{obs}) dan diameter butiran hujan hasil model (D_{mod}) serta mampu menentukan kecepatan jatuh butiran hujan hasil observasi (v_{obs}) dan kecepatan jatuh butiran hujan hasil model (v_{mod}).

Hujan (*rain*) merupakan bentuk presipitasi yang berasal dari awan baik berupa cairan maupun padatan[4]. Butiran hujan mempengaruhi volume air hujan yang tertampung, dengan ukuran diameter butiran hujan yang besar dan terjadi dalam durasi yang lama dapat menimbulkan bencana [5]. Hujan memiliki diameter butiran yang berbeda-beda. Diameter butiran hujan dapat ditentukan secara manual (D_{obs}) dengan mengasumsikan bahwa butiran hujan berbentuk bola. Dengan menggunakan rumus volume bola maka diameter tetesan air dapat diketahui dengan persamaan (3):

$$D = 2 \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V}{4\pi}} \quad (1)$$

dengan D adalah diameter tetesan (mm), r adalah jari-jari tetesan air dan V adalah volume tetesan (mm^3). Diameter butiran air sama dengan diameter butiran hujan. Kecepatan jatuh butiran hujan hasil observasi (v_{obs}) ditentukan dengan persamaan gerak jatuh bebas dengan mengasumsikan bahwa tidak ada hambatan udara, yaitu:

$$v_t = \sqrt{2 g h} \quad (2)$$

dengan v_t adalah kecepatan akhir butiran hujan (m/s), v_0 adalah kecepatan awal butiran hujan (m/s), g adalah percepatan gravitasi (m/s^2), dan h adalah ketinggian butiran hujan (m).

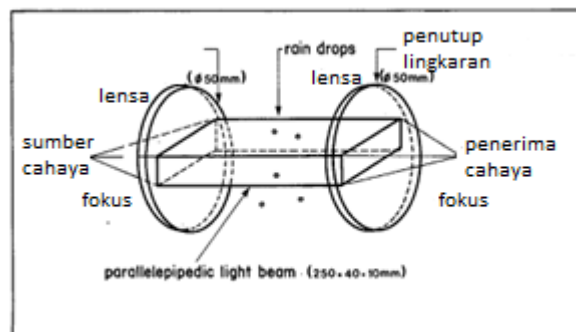
Data berupa diameter butiran hujan hasil model (D_{mod}) dan kecepatan jatuh butiran hujan hasil model (v_{mod}) diperoleh menggunakan metode analisis regresi yaitu:

$$D_{mod} = a_1 w^2 + a_2 w + b_1 l^2 + b_2 l + c w l + d \quad (3)$$

$$v_{mod} = a_1 w^2 + a_2 w + b_1 l^2 + b_2 l + c w l + d \quad (4)$$

D_{mod} adalah diameter butiran hujan hasil model, v_{mod} adalah kecepatan jatuh butiran hujan hasil model, w adalah lebar sinyal keluaran, l adalah kedalaman sinyal yang dihasilkan, d adalah konstanta.

Rancangan spektro pluviometer yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1:

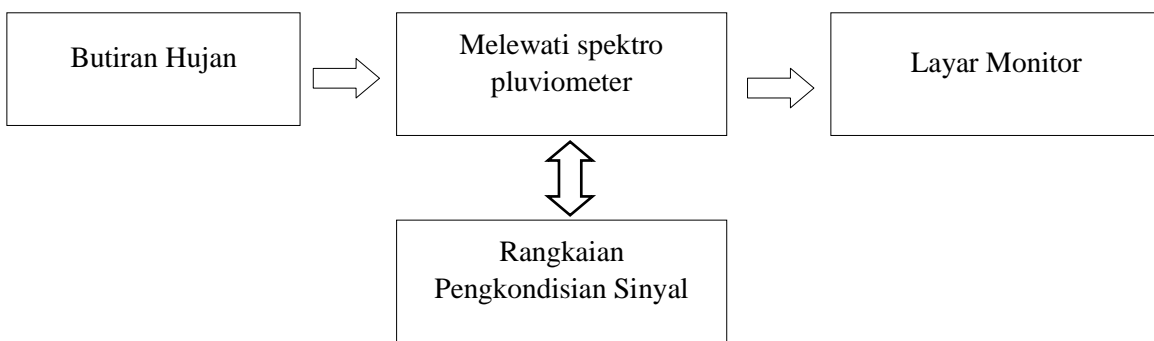


Gambar 1. Skema Rancangan Spektro Pluviometer

Spektro pluviometer merupakan salah satu metode optik terbaru yang digunakan untuk menentukan diameter dan kecepatan jatuh butiran hujan. Alat spektro pluviometer ini dilengkapi dengan sensor infra merah sebagai pemancar gelombang (*transmitter*) dan potodiode sebagai penerima gelombang (*receiver*). Prinsip kerja alat ini berdasarkan perbedaan intensitas cahaya yang melewatinya [6].

Metode Penelitian

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2. Butiran air hujan melewati alat spektro pluviometer dan butiran hujan inilah yang dijadikan sebagai data input. Alat spektro pluviometer dilengkapi dengan rangkaian pengkondisian sinyal yang digunakan untuk merekam setiap perubahan intensitas cahaya yang dihasilkan dari butiran hujan dan selanjutnya diubah dalam bentuk tegangan.

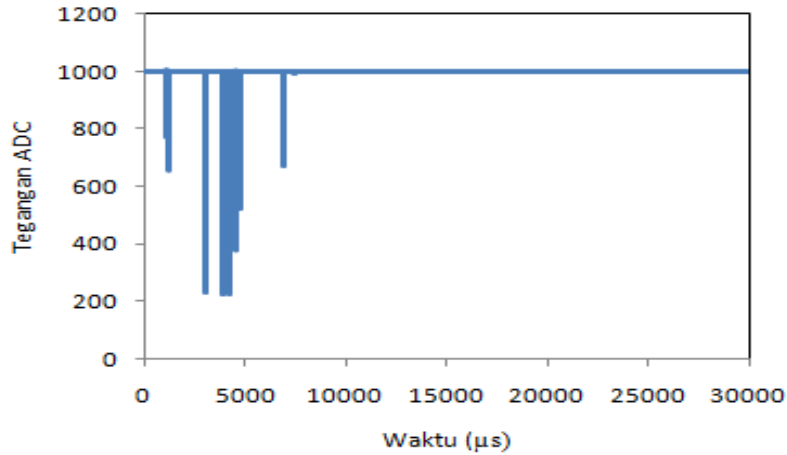


Gambar 2. Langkah Pengambilan Data

Data tegangan inilah yang dijadikan sebagai data keluaran yang dapat dilihat pada layar monitor. Dari data tersebut dapat diperoleh lebar sinyal (w) dengan menghitung jumlah fase gelap yang terjadi, kedalaman sinyal (l) dengan menentukan titik tergelap yang terjadi. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk menentukan diameter dan kecepatan jatuh butiran hujan. Diameter butiran hujan yang diperoleh yaitu diameter butiran hujan hasil observasi yang diperoleh menggunakan persamaan (1), diameter butiran hujan hasil alat spektro pluviometer (D_{mod}) yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (3), kecepatan jatuh butiran hujan hasil observasi yang diperoleh menggunakan persamaan (2), dan kecepatan jatuh butiran hujan (v_{mod}) yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (4).

Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengambilan data butiran air hujan, hasilnya akan ditunjukkan dalam bentuk sinyal keluaran berupa lebar dan kedalaman atau fase gelap ketika tetesan butiran air hujan melewati alat yang dapat dilihat pada gambar 3. Tampak jelas sinyal sebelum alat dilalui butiran hujan dan setelah dilalui butiran hujan. Sebelum alat dilalui butiran hujan (fase terang) sinyal yang dihasilkan menunjukkan angka 1000, setelah alat tersebut dilalui butiran hujan akan terjadi perubahan fase terang menjadi fase gelap yang ditandai dengan terjadinya lembah-lembah sinyal dan menurunnya tegangan pada grafik sesaat setelah dilalui butiran hujan. Sinyal yang memiliki tegangan terendah atau lembah terdalam merupakan sinyal utama yang digunakan dalam penentuan diameter butiran hujan, sedangkan sinyal dengan lembah lainnya merupakan noise.



Gambar 3. Bentuk sinyal keluaran butiran hujan

Setelah dilakukan pengambilan data dan perhitungan, data hasil penelitian kemudian dianalisis. Data yang diperoleh meliputi beberapa ketinggian dengan variasi diameter. Data hasil penelitian dapat ditunjukkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Data Diameter Butiran Hujan, Kecepatan Jatuh Butiran Hujan pada berbagai Ketinggian Jatuhnya Air

Ketinggian h (cm)	Lebar sinyal W	Kedalaman sinyal L	v_{obs} (m/s)	D_{obs} (mm)	D_{mod} (mm)	v_{mod} (m/s)
5	5	233	0,98	3,8	4,99	1,59
	11	79	0,98	5,1	5,56	1,33
	16	54	0,98	5,7	5,4	0,9
15	3	406	1,71	3,8	4,05	1,92
	5	228	1,71	5,1	5,02	1,6
	7	165	1,71	5,7	5,28	1,17
30	2	478	2,42	3,8	3,68	2,27
	3	299	2,42	5,1	4,71	2,55
	4	232	2,42	5,7	5,06	1,99

Dari data tersebut dapat dinyatakan bahwa dengan diameter butiran hujan sama tetapi ketinggian jatuh butiran hujan berbeda, diperoleh lebar sinyal keluaran yang dihasilkan semakin kecil akan tetapi kedalaman sinyal keluaran yang dihasilkan semakin besar. Dan apabila diameter butiran hujan berbeda tetapi ketinggian jatuh butiran hujan sama, kedalaman sinyal keluaran yang dihasilkan semakin kecil tetapi lebar sinyal keluaran yang dihasilkan akan semakin besar hal ini disebabkan karena semakin besar diameter butiran hujan, waktu yang dibutuhkan untuk melewati alat spektro pluviometer semakin lama, semakin besar ketinggian atau jarak jatuhnya butiran hujan maka kecepatan jatuh butiran hujan semakin besar, sehingga dari data tersebut dapat dinyatakan bahwa semakin besar kecepatan jatuh butiran hujan maka lebar sinyal keluaran yang dihasilkan semakin kecil tetapi

kedalaman sinyal keluaran yang dihasilkan semakin besar. Dari data tersebut, diameter butiran hujan hasil observasi (D_{obs}) yang terukur berkisar antara 3,8 mm hingga 5,7 mm dan kecepatan jatuh butiran hujan hasil observasi (v_{obs}) yang terukur yaitu 0,989 m/s hingga 2,424 m/s.

Diameter butiran hujan hasil model (D_{mod}) dipengaruhi oleh lebar sinyal (w) dan kedalaman sinyal (l). Lebar sinyal merupakan waktu yang dihasilkan oleh butiran hujan tepat sesaat butiran hujan melewati alat spektro pluviometer dan kedalaman sinyal merupakan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh butiran hujan. Dari data tersebut diperoleh bahwa semakin besar lebar sinyal keluaran (w) maka diameter butiran hujan yang dihasilkan semakin besar pula serta semakin besar kedalaman sinyal (l), diameter butiran hujan semakin kecil. Hal tersebut disebabkan karena semakin lama waktu butiran hujan melewati alat maka lebar sinyal yang dihasilkan semakin besar dan kedalaman sinyal semakin kecil, hal ini menunjukkan bahwa semakin besar lebar sinyal maka diameter butiran hujan semakin besar dan semakin besar kedalaman sinyal maka diameter butiran hujan semakin kecil.

Dari data tersebut, diperoleh diameter butiran hujan hasil model yang dihasilkan (D_{mod}) berkisar antara 3,6 mm hingga 5,5 mm. Dari data tersebut diperoleh bahwa semakin besar lebar sinyal (w), kecepatan jatuh butiran hujan (v_{mod}) semakin kecil, serta semakin besar kedalaman sinyal (l) maka kecepatan jatuh butiran hujan semakin besar. Kecepatan jatuh butiran hujan yang dihasilkan (v_{mod}) berkisar antara 0,900 m/s hingga 2,553 m/s.

Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan, hasil perhitungan, dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan yaitu diameter butiran hujan hasil observasi (D_{obs}) yang diperoleh berkisar antara 3,8 mm - 5,7 mm dan kecepatan jatuh butiran hujan hasil observasi yang diperoleh berkisar antara 0,989 m/s, diameter butiran hujan hasil model (D_{mod}) yang diperoleh berkisar antara 3,6 mm - 5,5 mm dan kecepatan jatuh butiran hujan hasil model (v_{mod}) yang diperoleh berkisar antara 0,900 m/s - 2,553 m/s.

Daftar Pustaka

- [1] Christian Salles Dan Jean Poesen. *An Optical Spectro Pluviometer for the measurement of raindrop properties. Modelling Soil Erosion, Sediment Transport and Closely Related Hydrological Processes (Proceedings of a symposium held at Vienna, July 1998)*. IAHS Publ. no. 249, 1998. Pp 97-102
- [2] Gopinath Kathiravelu , Terry Lucke, dan Peter Nichols. *Rain Drop Measurement Techniques: A Review. Water* 2016, 8, 29; doi:10.3390/w8010029
- [3] Baetina Zahrial. 2015. Penentuan distribusi butiran hujan di wilayah Labuapi. Skripsi. FMIPA UNRAM.
- [4] Bayong Tjasyono., 1999, *Klimatologi Umum*, Penerbit ITB : Bandung.
- [5] Tukidi. 2010. Karakteristik Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Geografi*, Vol.7, No. 2 : 136-145.
- [6], D. Hauser, P. Amayenc, B. Nutten, & P. Waldteufel. 1984. *A new optical instrument for simultaneous measurement of raindrop diameter and fall speed distributions*. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 1(3), 256-269.