

Analisis Hubungan Tebal Hujan dan Durasi Hujan Pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang

Wilhelmus Bunganaen¹⁾

Denik S. Krisnayanti²⁾

Yacobus A. Klau³⁾

ABSTRAK

Rusaknya alat ukur curah hujan dapat mengakibatkan kehilangan data tebal hujan dalam beberapa waktu. Penelitian ini dilakukan untuk mencari model persamaan hubungan antara tebal hujan dan durasi hujan pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan otomatis (jam-jaman) yang diperoleh dari alat ukur curah hujan otomatis tipe Hellman dari tahun 2000 – 2011 (11 tahun pengamatan). Teknik analisa data dalam penelitian metode analisis regresi linear sederhana, dan selanjutnya diuji dengan analisis chi-kuadrat.

Hasil penelitian diperoleh model persamaan hubungan antara tebal hujan dan durasi hujan yaitu $H = 11.03 t^{0.34}$, dimana 'H' merupakan tebal hujan yang dinyatakan dalam millimeter (mm) dan 't' merupakan durasi hujan yang dinyatakan dalam menit. Model persamaan ini telah diuji menggunakan uji chi-kuadrat yang hasilnya menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara tebal hujan dan durasi hujan, oleh sebab itu persamaan ini dapat dipakai dalam menentukan tebal hujan pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang.

Kata kunci : Analisis, Tebal Hujan, Durasi Hujan

PENDAHULUAN

Hidrologi merupakan ilmu pengetahuan yang secara khusus mempelajari tentang kejadian, perputaran dan penyebaran air di atmosfer dan permukaan bumi serta di bawah permukaan bumi. Hampir semua kegiatan pengembangan sumber daya air memerlukan informasi hidrologi untuk dasar perencanaan dan perancangan, interpretasi terhadap fenomena hidrologi akan dapat dilakukan dengan cermat apabila didukung ketersediaan data yang cukup. Untuk merencanakan suatu bangunan sipil diperlukan data yang telah terkumpul lama tak cukup satu tahun bahkan minimal disarankan 30 tahun, hasil dari pengukuran alat ukur khusus yang disebut instrumentasi klimatologi (Soewarno,1987: 211).

Stasiun Klimatologi Lasiana Kupang untuk memperoleh data curah hujan menggunakan dua jenis alat, yaitu manual OBS(*Obsevatorium*) dan otomatis tipe Hellman. Alat ukur hujan manual termasuk jenis penakar hujan *non-recording*, sedangkan penakar hujan jenis otomatis tipe Hellman merupakan alat penakar hujan

berjenis *recording*. Alat ukur curah hujan tipe Hellman ini sewaktu-waktu dapat mengalami gangguan sehingga mengakibatkan hilangnya beberapa data curah hujan untuk waktu atau hari-hari tertentu dan hal ini tentunya mengganggu dalam proses pengambilan data.

Bertolak dari uraian permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan analisis data dengan mengacu pada hubungan antara tebal hujan dan lamanya hujan berdasarkan data curah hujan otomatis. Analisis tersebut menggunakan analisis regresi sederhana untuk mendapatkan suatu model persamaan yang dapat digunakan sebagai alternatif dalam perhitungan curah hujan akibat kerusakan alat ukur curah hujan dalam beberapa waktu atau hari.

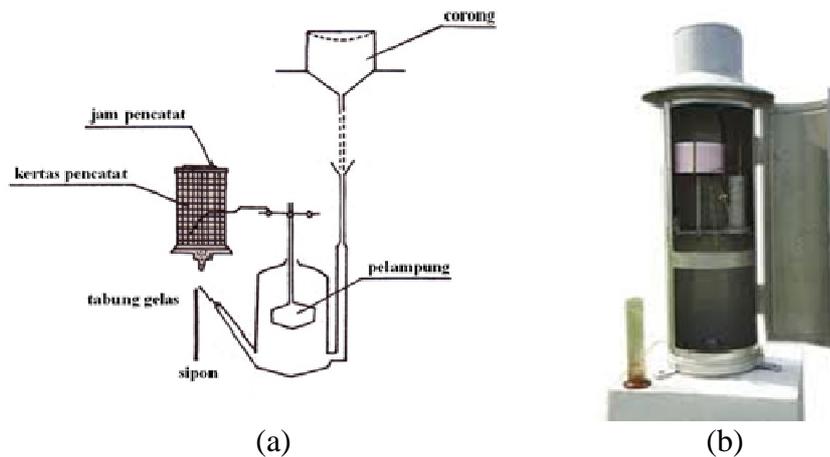
Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model persamaan berdasarkan hubungan antara tebal hujan dan durasi hujan, serta untuk mengatasi kehilangan data tebal hujan akibat kerusakan alat ukur curah hujan otomatis (*Automatic Rainfall Recorder/ARR*) di Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang.

TINJAUAN PUSTAKA

Penakar Hujan Otomatis (*Automatic Rainfall Recorder/ARR*)

Data hujan harian banyak bermanfaat untuk sektor pertanian dan perkebunan, namun kurang bermanfaat untuk desain saluran. Hujan yang mengakibatkan banjir di perkotaan biasanya berdurasi pendek, maka diperlukan data hujan dengan durasi waktu pendek, misalnya 5 menit, 15 menit, dan seterusnya yang dapat diperoleh dari alat pencatat hujan otomatis (*ARR= Automatic Rainfall Recorder*). Alat ini dilengkapi dengan pencatat jumlah akumulasi hujan terhadap waktu dalam bentuk grafik. Ada tiga jenis alat pencatat hujan otomatis yaitu *weighing bucket*, *tipping bucket*, dan *float*.

Jenis *ARR* dengan *float* (pelampung) dilengkapi dengan pelampung dalam suatu bejana yang dihubungkan dengan corong penangkap hujan melalui pipa. Gerakan naik pelampung akibat penambahan air dalam tabung diteruskan dengan mekanisme khusus yang dapat menggerakkan pena di atas kertas perekam. Alat ini dilengkapi dengan alat penguras. Pada waktu pelampung mencapai posisi tertinggi, maka air akan terbuang secara otomatis melalui pembuang dan pelampung kembali pada posisi paling bawah (Gambar 1).



Gambar 1 (a) Bentuk skematik Pencatat pelampung tipe Hellman
(b) Penakar hujan jenis Hellman.

Hubungan Tebal Hujan Terhadap Durasi Hujan

Data curah hujan diperlukan sebagai masukan pada analisis hidrologi. Data yang diperlukan dapat berupa :

1. Tebal hujan yang terakumulasi selama selang waktu tertentu (*a given time interval*) pada peluang (probability) atau periode ulang (return period) tertentu.
2. Hubungan antara tebal hujan dan durasi hujan.

Kedua parameter tersebut ditentukan dari hasil pengukuran data curah hujan yang cukup lama. Pada durasi yang sama dapat terjadi hujan dengan intensitas yang berbeda-beda, dalam satu kejadian hujan pun intensitas setiap selang waktu dapat berbeda-beda.

Tebal hujan dan durasi umumnya mempunyai hubungan langsung, tebal hujan akan bertambah jika durasi bertambah. Persamaan umum untuk menyatakan hubungan tebal hujan terhadap durasi (Soewarno, 2000 : 210) adalah :

$$H = k t^n \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- H = tebal hujan (mm)
- t = durasi hujan (menit)
- k = koefisien
- n = eksponen yang bernilai sebagai bilangan riil positif dan nilainya kurang dari 1 (satu).umumnya 0.20-0.50

Persamaan (1) dapat diubah menjadi :

$$\log H = \log k + n \log t \dots\dots\dots (2)$$

Atau dapat diubah menjadi persamaan regresi linier sederhana :

$$Y = A + B X \dots\dots\dots (3)$$

Dimana $Y = \log H$, $A = \log k$ dan $BX = n \log t$ serta untuk $X = \log t$ maka $B = n$. Bila $i = 1, 2, 3, \dots, n$ adalah banyaknya data maka nilai A dan B dapat ditentukan dengan cara kuadrat terkecil :

$$B = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$A = \frac{\sum Y_i - B \sum X_i}{n} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan persamaan korelasi (r)

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\left[\left(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 \right) \left(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2 \right) \right]^{1/2}} \dots\dots\dots (6)$$

Proses analisis data untuk menentukan tebal hujan rata – rata (pada periode tertentu : setiap jam, harian, bulanan, tahunan) dapat dilakukan dengan menggunakan metode rata – rata aritmatik, metode ini merupakan metode yang paling sederhana, tebal hujan dapat dihitung dengan rumus :

$$H_r = 1/n (H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_n) \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

H_r = tebal hujan rata – rata (mm)

$H_1, H_2, H_3, \dots, H_n$ = tebal hujan (mm)

n = jumlah data

Analisis Chi - Kuadrat

Dalam mendapatkan data yang diperkirakan besarnya melalui model persamaan regresi, tidak diperlukan adanya asumsi tentang bentuk penyebaran kesalahan. Selain itu juga untuk menguji apakah persamaan itu cocok dengan data pengamatan maka perlu diuji, pengujian dilakukan dengan uji chi- kuadrat yang dirumuskan sebagai berikut :

$$dk = (B-1)(K-1) \dots\dots\dots (8)$$

$$\chi^2 = \sum \left[\frac{(O-E)^2}{E} \right] \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

dk = derajat kebebasan

- B = banyak baris
K = banyak kolom
 χ^2 = nilai chi – kuadrat terhitung
O = nilai pengukuran
E = nilai dari persamaan

METODE PENELITIAN

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data tinggi hujan atau tebal hujan untuk setiap periode waktu terlebih dahulu dikelompokkan untuk memperoleh tebal hujan maksimum dari setiap periode waktu (5,10,15,30,45,60,120,180,360,720,1440) untuk setiap tahun dari tahun 2000–2011.
2. Menghitung rata – rata tebal hujan maksimum untuk setiap periode waktu (5,10,15,30,45,60,120,180,360,720,1440) untuk setiap tahun dari tahun 2000–2011.
3. Menganalisis hubungan tebal hujan dan durasi hujan berdasarkan analisis regresi untuk mendapatkan model persamaan regresi.
4. Menguji kecocokan persamaan dengan data pengamatan menggunakan analisis korelasi dan analisis chi-kuadrat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Hujan

Hasil analisis data, diperoleh data curah hujan maksimum Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang untuk setiap periode dari tahun 2000-2011 seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Tebal Hujan Maksimum Stasiun Klimatologi Lasiana\ Kota Kupang Tahun 2000 – 2011.

Tahun	Durasi (Menit) dan Tebal Hujan (mm)										
	5	10	15	30	45	60	120	180	360	720	1440
2000	13,60	20,00	30,00	40,50	51,70	60,00	99,60	109,50	109,90	109,90	109,90
2001	17,00	21,30	30,00	47,70	60,00	68,90	72,10	75,40	104,40	119,90	119,90
2002	10,00	18,80	26,30	29,50	31,60	31,90	40,00	44,80	49,10	53,60	88,80
2003	20,00	30,00	40,00	69,40	66,20	86,80	107,00	118,00	130,00	133,50	139,80
2004	16,00	20,00	26,00	40,00	43,40	43,90	44,50	49,90	59,80	78,50	89,60
2005	10,00	21,00	27,50	35,90	42,30	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
2006	11,00	20,00	22,00	38,00	40,50	45,20	78,80	71,00	104,70	115,00	139,20
2007	14,30	15,00	26,00	38,50	38,50	38,50	42,20	43,60	47,50	64,40	87,50
2008	14,00	18,00	26,00	30,00	32,70	43,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
2009	12,50	20,00	40,00	50,00	80,00	116,00	124,40	126,00	128,60	128,60	128,60
2010	13,00	17,60	19,00	44,00	46,40	46,80	47,00	52,00	56,80	67,30	302,00
2011	15,00	25,00	40,00	45,80	51,60	55,30	58,20	58,40	63,20	66,30	78,80

Berdasarkan tebal hujan pada Tabel 1, maka tebal hujan rata-rata pada masing-masing durasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Rata-rata Tebal Hujan maksimum Tahunan Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang Tahun 2000-2011

No	Durasi (menit)	Hujan Maksimum Tahunan (mm)
	(ti)	Tebal Hujan rata - rata (Hi)
1	5	13,87
2	10	20,56
3	15	29,40
4	30	42,44
5	45	48,74
6	60	57,19
7	120	67,82
8	180	70,72
9	360	79,50
10	720	86,42
11	1440	115,34

Analisis Data Menggunakan Persamaan Regresi Linear Sederhana

Berdasarkan Tabel 2 dan persamaan (1, 2, 3, 4 dan 5), maka model persamaan dapat ditentukan dengan menggunakan tabel penolong seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Tabel Penolong Perhitungan Tebal Hujan dan Durasi Hujan pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang

No	ti	Hi	X = Log ti	Y = Log Hi	X Y	X ²	Y ²
1	5	13,87	0,70	1,14	0,80	0,49	1,30
2	10	20,56	1,00	1,31	1,31	1,00	1,72
3	15	29,40	1,18	1,47	1,73	1,38	2,16
4	30	42,44	1,48	1,63	2,40	2,18	2,65
5	45	48,74	1,65	1,69	2,79	2,73	2,85
6	60	57,19	1,78	1,76	3,12	3,16	3,09
7	120	67,82	2,08	1,83	3,81	4,32	3,35
8	180	70,72	2,26	1,85	4,17	5,09	3,42
9	360	79,50	2,56	1,90	4,86	6,53	3,61
10	720	86,42	2,86	1,94	5,53	8,16	3,75
11	1440	115,34	3,16	2,06	6,51	9,98	4,25
Jumlah	2985	631,99	20,69	18,58	37,04	45,03	32,16

Dari Tabel 3, dan Persamaan (4, 5) maka diperoleh nilai $B = 0,34$; $A = 1,04$, dari nilai A tersebut diperoleh $k = 11,03$, sehingga model persamaannya adalah :

$$H = 11,03 t^{0,34} \dots\dots\dots (10)$$

Persamaan (10) tersebut perlu dianalisis untuk mendapatkan apakah ada hubungan atau korelasi (r) antara durasi hujan (t_i atau X) dan tebal hujan (H_i atau Y). Korelasi tersebut dapat ditentukan berdasarkan persamaan 6 dan Tabel 3 yakni nilai $r = 0,96$, dengan nilai $r^2 = 0,92$.

Nilai r tersebut menunjukkan hubungan antara variabel X (durasi hujan) dan Y (tebal hujan) ternyata positif (sangat kuat) dan signifikan. Besarnya sumbangan variabel X terhadap Y adalah $0,92 \times 100\% = 92\%$, sedangkan sisanya 8% ditentukan oleh variabel lainnya.

Disamping itu persamaan (10) perlu diuji apakah data pengamatan sesuai dengan persamaan tersebut. Cara yang digunakan untuk menguji persamaan tersebut adalah chi-kuadrat (χ^2) dan dari Persamaan (9) nilai chi-kuadrat hitung dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan Chi - Kuadrat

Durasi (menit)	Tebal Hujan Rerata (O)	(E)	(O-E) ²	$\frac{(O-E)^2}{E}$
5	13,87	19,06	27,02	1,42
10	20,56	24,13	12,76	0,53
15	29,40	27,70	2,90	0,10
30	42,44	35,06	54,51	1,55
45	48,74	40,24	72,26	1,80
60	57,19	44,38	164,24	3,70
120	67,82	56,17	135,67	2,42
180	70,72	64,47	39,00	0,60
360	79,50	81,61	4,43	0,05
720	86,42	103,29	284,79	2,76
1440	115,34	130,74	237,20	1,81
$\sum \chi^2$			=	16,75

Chi- kuadrat tabel (χ^2_{tabel}) pada taraf signifikan ($\alpha = 5\%$) dan derajat kebebasan (dk = 10) diperoleh $\chi^2_{\text{tabel}} = 18,307$ lebih besar daripada $\chi^2_{\text{hitung}} = 16,750$, ($\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$). Dari nilai ini dapat dikatakan bahwa “terdapat hubungan yang signifikan antara kedua variabel tersebut”, dan diterima.

Model Persamaan Hubungan Tebal Hujan Terhadap Durasi Hujan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan analisis regresi linear sederhana $Y = A + BX$, maka diperoleh suatu model persamaan regresi yang digunakan untuk menyatakan hubungan tebal hujan terhadap durasi hujan pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang adalah Persamaan (9).

$$H = 11,03 t^{0,34}$$

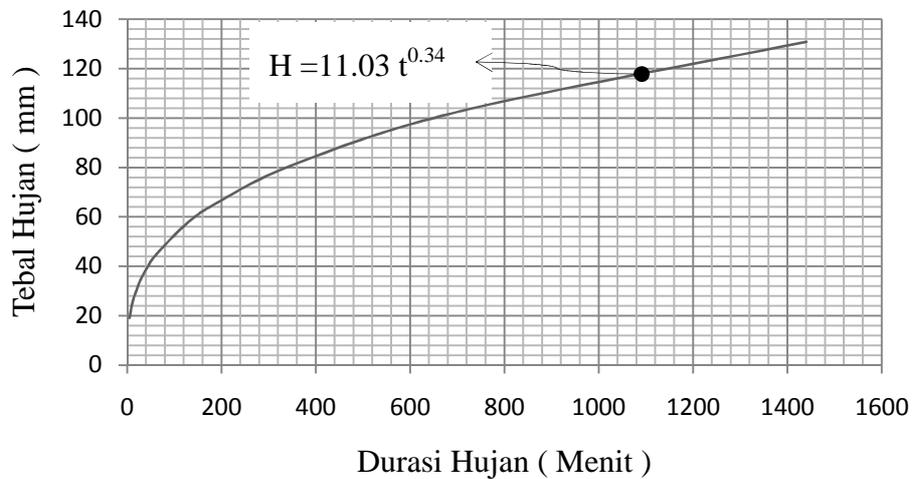
Dimana :

H = tebal hujan (mm)

t = durasi hujan (menit)

Persamaan tersebut telah diuji dan dianalisis menggunakan analisis chi-kuadrat dan hasilnya dapat disimpulkan bahwa “terdapat hubungan yang signifikan antara durasi hujan dan tebal hujan pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang”. Dari persamaan tersebut dapat dibuat hubungan antara durasi hujan dan tebal hujan seperti terlihat pada Gambar 1. Gambar grafik tersebut menunjukkan bahwa tebal hujan dan

durasi hujan mempunyai hubungan langsung dimana tebal hujan akan bertambah jika durasi bertambah.



Gambar 1 Grafik Hubungan Durasi Hujan dan Tebal Hujan

Kegunaan dan Mamfaat dari Model Persamaan

Model persamaan hubungan tebal hujan terhadap durasi hujan pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang yang telah diperoleh di atas merupakan model persamaan yang dapat digunakan untuk memprediksi tebal hujan berdasarkan durasi hujan yang diperoleh. Model persamaan ini dapat digunakan sewaktu-waktu jika alat ukur curah hujan otomatis tipe Hellman mengalami gangguan atau rusak dalam jangka waktu tertentu.

Hal-hal yang perlu diperhatikan oleh observer dalam pemakain model persamaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Model persamaan ini hanya dapat digunakan pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang, tapi dengan catatan bahwa observer selalu siaga selama jam kerja berlangsung untuk mengaktifkan jam (stopwatch) pada saat terjadi hujan. Data lamanya hujan ini akan digunakan untuk menentukan tebalnya hujan.
- b. Model persamaan ini digunakan jika alat ukur curah hujan mengalami gangguan atau rusak dalam jangka waktu tertentu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa analisis model hubungan tebal hujan dan durasi hujan Pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang adalah sebagai berikut :

- 1) Model persamaan hubungan antara tebal hujan dan durasi hujan hasil analisis data curah hujan otomatis (jam-jaman) pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang adalah $H = 11.03 t^{0.34}$
- 2) Kehilangan data tebal hujan akibat kerusakan alat ukur curah hujan otomatis dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan yang telah diperoleh hasil analisis data curah hujan dimana persamaan tersebut berlaku terbatas untuk lokasi pos hujan dimana persamaan itu ditentukan.

Saran

- 1) Penggunaan model persamaan hasil analisis hanya dapat digunakan untuk durasi waktu maksimal 2-3 hari.
- 2) Bagi BMG Lasiana Kota Kupang agar lebih memperhatikan alat-alat klimatologi khususnya alat ukur curah hujan agar perawatannya terkontrol dengan baik sehingga pemanfaatan alat bisa lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak Chay. 2010, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Cetakan Ke-5, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sasrodarsono Suyono dkk. 1987. Hidrologi Untuk Pengairan, Edisi Ke-6 Terjemahan, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soemarto C.D. 1999, Hidrologi Teknik, Edisi ke - 2, Erlangga, Jakarta.
- Soewarno. 2000, Hidrologi Operasional, Jilid Ke – 1, PT.Citra Aditya Bakti, Bandung.
- Sugiyono. 2012. Statistika Untuk Penelitian, Cetakan Ke-20, Alfabeta, Bandung.
- Wilson E.M. 1993. Hidrologi Teknik, Terbitan ke-4, Penerbit ITB, Bandung.