



---

## Korelasi Frekuensi Sambaran Petir Terhadap Intensitas Curah Hujan di Kota Manado Tahun 2016

Deka Agung Pratama✉, Rosi Budi Kurniawan, Octadini Rahma Dica

Prodi Geofisika Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika  
Kampus Pusat, Tangerang Selatan, Banten 15221

---

### Info Artikel

Diterima Desember 2017

Disetujui Januari 2018

Dipublikasikan Februari  
2018

#### Keywords:

Petir, Intensitas Hujan,  
Frekuensi Sambaran

---

### Abstrak

Petir merupakan peristiwa pelepasan muatan akibat adanya perbedaan potensial. Petir dapat terjadi karena adanya awan petir atau dapat juga disebut sebagai awan *cumulonimbus*. Dalam proses terbentuknya awan petir, di dalamnya terdapat proses kondensasi. Ketika awan sudah tidak mampu menampung air yang terbentuk akibat kondensasi, maka air tersebut akan jatuh dalam bentuk hujan. Ketika terjadi hujan, terkadang disertai sambaran petir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara frekuensi sambaran petir terhadap jumlah intensitas hujan. Data frekuensi sambaran petir diambil dari sensor *Lightning Detector* Stasiun Geofisika Manado pada tahun 2016. Data jumlah intensitas curah hujan didapat dari Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado. Perhitungan frekuensi sambaran petir dihitung per bulan di Kota Manado dengan menggunakan aplikasi *Arcgis 10.2.2*. Metode yang digunakan dalam perhitungan korelasi adalah Koefisien Korelasi *Pearson*. Frekuensi sambaran petir dimisalkan sebagai variabel  $X$  dan nilai intensitas hujan dimisalkan sebagai variabel  $Y$ . Setelah dilakukan perhitungan, didapat nilai  $R_s$  sebesar 0,674 yang artinya antara variabel  $X$  (frekuensi sambaran) dengan variabel  $Y$  (intensitas hujan) terdapat hubungan linier positif moderat sebesar 0.674.

---

## PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia dilewati oleh garis ekuator dunia yang menyebabkan Indonesia menjadi daerah konvektif paling aktif. didukung dengan wilayah perairan Indonesia yang sangat luas yang menghasilkan awan-awan cumulonimbus yang merupakan awan penyebab utama kejadian petir dan juga hujan. kerapatan petir di Indonesia bervariasi antara 5 sampai dengan 15 sambaran petir per kilometre persegi per tahun, sedangkan di eropa dan jepang hanya berkisar antara 1 sampai dengan 3 petir per kilometre persegi per tahun.

Petir merupakan gejala listrik alami dalam atmosfer bumi yang tidak dapat dicegah. petir didefinisikan sebagai pelepasan muatan listrik dengan arus yang cukup tinggi dan bersifat sangat singkat yang biasanya terjadi pada saat awan Cumulonimbus (Cb).

Aktivitas kelistrikan atmosfer sendiri menunjukkan adanya korelasi antara jumlah sambaran petir dan curah hujan. Dari sudut pandang spasial, sambaran petir awan ke tanah (CG) umumnya terjadi didaerah dimana curah hujan tinggi terjadi. Selain itu, sambaran petir merupakan peristiwa yang berhubungan dengan hujan, jika sambaran petir dihasilkan oleh badai (storm) dimana sebanding dengan akumulasi curah hujan, maka tingkat sambaran petir dapat digunakan sebagai sarana untuk mengukur curah hujan.

Penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara jumlah sambaran petir dengan curah hujan yang terjadi, apakah besarnya curah hujan yang turun sebanding dengan petir yang menyambar. Wilayah kota Manado diambil sebagai daerah penelitian. Kota Manado terletak di ujung pulau Sulawesi dan merupakan kota terbesar di belahan Sulawesi Utara sekaligus sebagai Ibukota propinsi Sulawesi Utara. Secara geografis Kota Manado terletak di antara  $1^{\circ}25'88''$ - $1^{\circ}39'50''$  LU dan  $124^{\circ}47'00''$ - $124^{\circ}56'00''$  Bujur Timur.

Perhitungan nilai korelasi antara frekuensi sambaran petir dan intensitas hujan dihitung menggunakan Koefisien Korelasi *Pearson*. Koefisien Korelasi *Pearson* yang pertama kali ditemukan oleh Karl Pearson ini, digunakan untuk menentukan hubungan linier

antara dua variabel  $X$  dan  $Y$  secara data kontinue.

Koefisien Korelasi *Pearson* merupakan korelasi parametrik, maka disyaratkan variabel  $X$  dan  $Y$  berdistribusi normal.

Untuk mengetahui suatu data berdistribusi normal atau tidak, dapat menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berdasarkan Daniel (1989) pada buku *Applied Nonparametric Statistics*, berikut langkah-langkahnya:

a. Hipotesis

$$H_0 : F(x) = F_0(x) \text{ , untuk semua } x \in (-\infty, \infty)$$

(data berdistribusi Normal)

$$H_1 : F(x) \neq F_0(x) \text{ untuk sekurang-kurangnya satu } x \in (-\infty, \infty)$$

(data tidak berdistribusi Normal)

b. Statistik uji

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)|$$

c. Kriteria uji

$$H_0 \text{ ditolak jika } D \geq d_{(1-\alpha/2)} \text{ atau } p\text{-value} < \alpha$$

Koefisien Korelasi *Pearson* memiliki karakteristik yang dianggap memenuhi persyaratan sebagai suatu ukuran antara dua variabel  $X$  dan  $Y$ . Karakteristik tersebut Menurut Daniel (1989) adalah :

1. Jika nilai-nilai  $X$  yang besar cenderung berpasangan dengan nilai  $Y$  yang besar (demikian pula untuk  $X$  dan  $Y$  yang kecil), ukuran korelasi disini harus positif dan mendekati 1 dengan semakin nyata kecenderungan tersebut. Dalam situasi begini, hubungan antara  $X$  dan  $Y$  kita sebut pertalian langsung
2. Jika nilai-nilai  $X$  yang kecil cenderung berpasangan dengan nilai  $Y$  yang besar (demikian pula sebaliknya), ukuran korelasi disini harus negatif dan mendekati -1 dengan semakin nyata kecenderungan tersebut. Dalam situasi begini, hubungan antara  $X$  dan  $Y$  kita sebut pertalian *invers*.
3. Jika nilai-nilai  $X$  yang besar memiliki kecenderungan yang sama untuk berpasangan baik dengan nilai-nilai  $Y$  yang besar, maka ukuran korelasi harus mendekati nol. Dalam hal itu,  $X$  dan  $Y$  tidak berkaitan, dan karena itu disebut bebas. Jika

$X$  dan  $Y$  bebas, korelasi antara keduanya pasti nol, tetapi korelasi yang bernilai nol tidak selalu menyatakan ketidakterkaitan.

Rumus korelasi:

$$R_{XY} = \frac{SS_{XY}}{\sqrt{SS_{XX}SS_{YY}}} \quad (1)$$

dimana:

$$SS_{XY} = \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

$$SS_{XX} = \sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}$$

$$SS_{YY} = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n}$$

**TABEL 1.** Tabel klasifikasi untuk nilai  $R$

Arti $R_s$	Interval nilai $R_s$
Negatif Sempurna	-1
Negatif Kuat	$-1 < R \leq -0,9$
Negatif Moderat	$-0,9 < R < -0,5$
Negatif Lemah	$-0,5 \leq R < 0$
Tidak Berkorelasi	0
Positif Lemah	$0 < R \leq 0,5$
Positif Moderat	$0,5 < R < 0,9$
Positif Kuat	$0,9 \leq R < 1$
Positif Sempurna	1

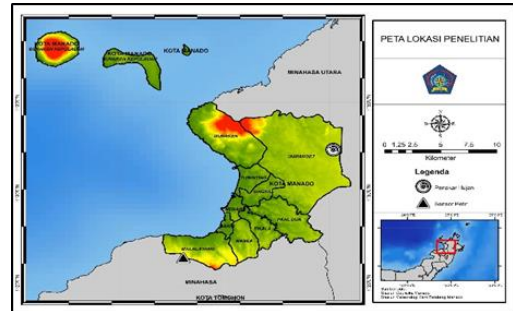
Jika nilai  $R$  positif, maka untuk variabel  $X$  bernilai naik maka variabel  $Y$  bernilai naik pula. Sebaliknya jika nilai  $R$  negatif, maka untuk variabel  $X$  bernilai naik, variabel  $Y$  akan bernilai turun. begitu pula sebaliknya. Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel, yakni frekuensi sambaran petir ( $X$ ) dan intensitas hujan ( $Y$ ).

### METODE EKSPERIMEN

#### Pengambilan dan Pengolahan Data Petir

Data petir didapat dari sensor *Lightning Detector* Stasiun Geofisika Manado yang terletak di koordinat 1,44 LU dan 124,84 BT (**Gambar 1**). Jangkauan rekaman yang dicapai sensor adalah 0,5o ke arah utara, selatan, barat, timur dari koordinat sensor. Dalam hal ini, Kota Manado terjangkau oleh sensor *Lightning Detector* Stasiun Geofisika Manado. Data rekaman petir

yang didapat dari Stasiun Geofisika Manado memiliki ekstensi *.ldc*, harus dikonversi ke ekstensi *.kml* lalu ke *.csv* agar dapat terbaca di program *Ms Excel* untuk kemudian diolah menggunakan program *Arcgis 10.2.2*. Dalam penelitian ini, rekaman petir yang dipakai adalah rekaman petir di daratan saja. Untuk mendapatkan data frekuensi petir per bulan di wilayah daratan di Kota Manado digunakan *tool clip* pada *Arcgis 10.2.2*.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

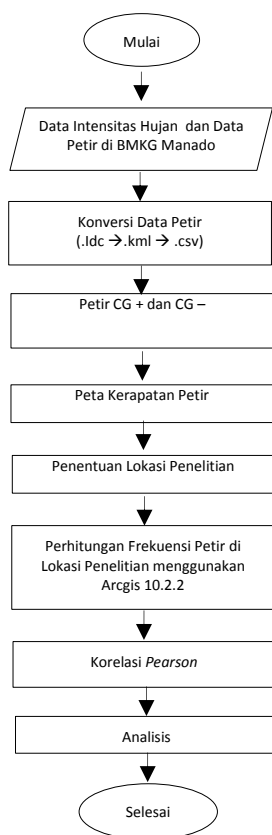
Data rekaman petir dalam format *.csv* kemudian diseleksi untuk mendapatkan data rekaman petir pada radius sensor *Lightning Detector* menggunakan program *Lightning Data Processing*. Dari data tersebut kemudian dapat dihitung jumlah sambaran petir jenis CG + dan CG – pada wilayah jangkauan sensor. Setelah didapatkan data rekaman hanya pada wilayah jangkauan sensor, kemudian data disajikan dalam bentuk peta kerapatan petir menggunakan program *Arcgis 10.2.2*. Wilayah yang memiliki kerapatan tertinggi akan dipilih penulis sebagai lokasi penelitian ini. Peta kerapatan petir pada jangkauan sensor akan ditampilkan pada bab selanjutnya. Setelah menentukan wilayah yang akan dijadikan lokasi penelitian, langkah selanjutnya adalah menghitung frekuensi sambaran pada lokasi yang ditentukan. Perhitungan frekuensi sambaran dapat dihitung menggunakan program *Arcgis 10.2.2*.

#### Pengambilan Data Hujan

Data intensitas curah hujan diperoleh dari Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado. Besarnya jumlah intensitas hujan dapat diukur menggunakan penakar hujan otomatis atau menggunakan penakar hujan Obs. Posisi penakar hujan dapat dilihat pada

**Gambar 1** . Ada 2 cara untuk mendapatkan data intensitas hujan. Yakni, dengan menyurat secara langsung atau mengunduh melalui laman resmi milik BMKG. Dalam penelitian ini, penulis mengunduh data intensitas hujan tahun 2016 di Kota Manado melalui laman resmi BMKG di <http://dataonline.bmkg.go.id/home>. Data yang diperoleh berupa data intensitas hujan harian dalam satuan mm. Untuk itu, data perlu diolah menjadi data intensitas hujan bulanan agar dapat dicari korelasinya terhadap frekuensi petir per bulan.

Berikut adalah diagram alir dalam penelitian ini.



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengolahan Data

Data rekaman petir yang didapat dari Stasiun Geofisika Manado memiliki format *.ldc* yang kemudian diubah ke dalam ekstensi *.kml* menggunakan program LD/2000. Data *.kml* tersebut kemudian diubah menjadi ekstensi *.csv* menggunakan program *Ms. Excel*. Data *.csv* tersebut kemudian diubah menjadi ekstensi *.xls*

menggunakan program *Lightning Data Processing* untuk dihasilkan data frekuensi sambaran petir pada lokasi jangkauan sensor LD Stasiun Geofisika Manado. Berikut merupakan data frekuensi petir pada wilayah jangkauan sensor LD Stasiun Geofisika Manado tahun 2016.

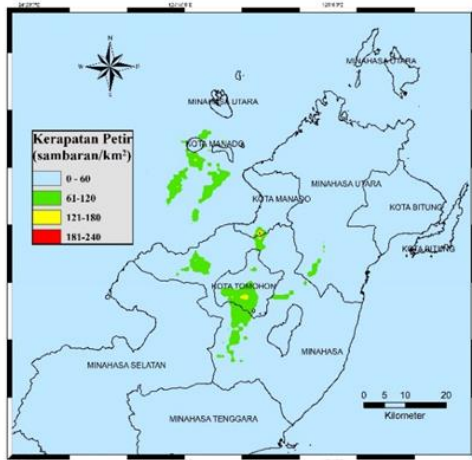
**Tabel 2.** Tabel frekuensi Sambaran Petir pada Wilayah Jangkauan Sensor LD Stasiun Geofisika Manado Tahun 2016

Bulan	CG +	CG -	Total
Januari	1	4074	4075
Februari	1	2272	2273
Maret	1	2078	2079
April	2	12496	12498
Mei	3	29930	29933
Juni	4	18226	18230
Juli	3	26628	26631
Agustus	3	5214	5217
September	8	10211	10219
Oktober	3	21575	21578
November	11	38694	38705
Desember	7	48584	48591
Total	47	219982	220029

Dari data di atas diperoleh jumlah sambaran petir tahun 2016 pada wilayah jangkauan sensor LD Stasiun Geofisika Manado sebanyak 220.029 sambaran dengan total sambaran CG + sebanyak 47 sambaran dan CG - sebanyak 219.982 sambaran. Jumlah sambaran terbanyak yakni pada Bulan Desember yakni 48.591 sambaran (7 sambaran CG + dan 48.584 CG -). Sedangkan jumlah sambaran paling sedikit yakni pada Bulan Maret yakni sebanyak 2079 sambaran (1 sambaran CG + dan 2078 sambaran CG -). Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa frekuensi petir CG - terlihat mendominasi di setiap bulannya.

Setelah didapatkan data frekuensi petir pada wilayah jangkauan sensor, selanjutnya harus ditentukan wilayah mana yang akan dicari korelasinya terhadap intensitas curah hujan. Penentuan lokasi penelitian didapat dengan membuat peta kerapatan petir pada wilayah jangkauan sensor. Peta kerapatan petir dibuat dengan cara interpolasi menggunakan program *Arcgis 10.2.2* dengan data masukan

yang berasal dari data .xls yang dihasilkan oleh program *Lighting Data Processing*. Data tersebut merupakan data grid dari titik yang berjarak  $0,01^0$  antar titik .



**Gambar 2.** Peta Kerapatan Petir

Dari peta di atas dapat terlihat bahwa wilayah frekuensi sambaran tertinggi terdapat pada wilayah Kota Manado yakni sebanyak 181 – 240 sambaran/km<sup>2</sup>. Setelah diketahui bahwa Kota Manado memiliki frekuensi sambaran petir tertinggi, kemudian perlu didapatkan data frekuensi sambaran petir hanya pada wilayah daratan Kota Manado.

Untuk mendapatkan data frekuensi sambaran petir pada wilayah daratan Kota Manado digunakan fitur *clip* pada *Arcgis 10.2.2*. Setelah dilakukan pengolahan dihasilkan data sebagai berikut.

**Tabel 3.** Tabel Frekuensi Sambaran Petir di Kota Manado Tahun 2016

Bulan	Total Sambaran
Januari	38
Februari	4
Maret	5
April	44
Mei	182
Juni	155
Juli	638
Agustus	65
September	228
Oktober	394
November	545
Desember	920
Total	3218

Dari data di atas diketahui bahwa jumlah sambaran di Kota Manado pada tahun 2016 sebanyak 3218 sambaran. Jumlah sambaran terbanyak terjadi pada bulan Desember yakni 920 sambaran, sedangkan paling sedikit pada Bulan Februari sebanyak 4 sambaran.

Data yang dibutuhkan selanjutnya adalah data intensitas curah hujan di wilayah Kota Manado. Data tersebut diambil dari Stasiun Meteorologi Sam Ratulangi Manado. Berikut data intensitas curah hujan bulanan Kota Manado tahun 2016.

**Tabel 4.** Intensitas Curah Hujan Kota Manado Tahun 2016

Bulan	Intensitas (mm)
Januari	186,4
Februari	184,3
Maret	35,1
April	175,6
Mei	298,3
Juni	487,2
Juli	230,5
Agustus	45,8
September	338,6
Oktober	185,4
November	300
Desember	703,8

**Korelasi Pearson**

Setelah didapat data frekuensi sambaran petir dan intensitas hujan di Kota Manado, maka sebelum dilakukan perhitungan korelasi, diuji normalitas terlebih dahulu. Berdasarkan hasil output SPSS 16.0, diperoleh:

**Tabel 5.** Output Uji Normalitas

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
X	.221	12	.110	.849	12	.035
Y	.178	12	.200*	.892	12	.125

a. Lilliefors Significance Correction

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Hipotesis

H<sub>0</sub> : data berdistribusi Normal

- $H_1$  : data tidak berdistribusi Normal
- Taraf sigifikansi  
 $\alpha = 5\% \cong 0,05$
  - Statistik uji  
 $D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| = 0,221$   
 $p\text{-value } x = 0,110$   
  
 $D = \sup_y |S(y) - F_0(y)| = 0,178$   
 $p\text{-value } y = 0,200$
  - Kriteria uji  
 $H_0$  ditolak jika  $p\text{-value} < \alpha$
  - Keputusan  
 $H_0$  diterima karena  $p\text{-value } x (0,110) > \alpha (0,05)$  dan  $p\text{-value } y (0,200) > \alpha (0,05)$
  - Kesimpulan  
Pada taraf signifikansi 5%  $H_0$  diterima, sehingga data  $x$  dan  $y$  berdistribusi normal

Karena sudah diketahui bahwa data  $X$  dan  $Y$  berdistribusi normal, maka selanjutnya perhitungan korelasi antara 2 variabel tersebut dapat dicari. Frekuensi sambaran petir dimisalkan dalam variabel  $X$  dan intensitas hujan dimisalkan dalam variabe  $Y$ . Korelasi yang digunakan adalah korelasi *Pearson* ini menentukan hubungan linier (langsung) antara dua variabel  $X$  dan  $Y$  pada data kontinue Berikut ditampilkan perhitungan penentuan nilai korelasi antara variabel  $X$  dan variabel  $Y$ :

**Tabel 6.** Perhitungan Korelasi

Bulan	X	Y	XY	XX	YY
Januari	38	186,4	7083,2	1444	34744,96
Februari	4	184,3	737,2	16	33966,49
Maret	5	35,1	175,5	25	1232,01
April	44	175,6	7726,4	1936	30835,36
Mei	182	298,3	54290,6	33124	88982,89
Juni	155	487,2	75516	24025	237363,8
Juli	638	230,5	147059	407044	53130,25
Agustus	65	45,8	2977	4225	2097,64
September	228	338,6	77200,8	51984	114650
Oktober	394	185,4	73047,6	155236	34373,16
November	545	300	163500	297025	90000
Desember	920	703,8	647496	846400	495334,4
jumlah	3218	3171	1256809	1822484	1216711

Dari **Tabel 6.** didapatkan nilai  $SS_{XY} = 406452,8$ ,  $SS_{XX} = 959523,7$  dan  $SS_{YY} = 378774,25$  Selanjutnya, nilai korelasi dihitung menggunakan persamaan (1).

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai  $R$  sebesar 0,674205127. Berdasarkan Tabel 1, nilai tersebut masuk ke dalam kategori positif moderat, Hal tersebut berarti bahwa antara variabel  $X$  (frekuensi sambaran petir) dengan variabel  $Y$  (intensitas curah hujan) terdapat hubungan linier positif moderat sebesar 0,674. Hasil ini juga sama persis dengan yang diperoleh menggunakan SPSS

**Tabel 7.** Output Perhitungan Korelasi *Pearson*

		Correlations	
		X	Y
X	Pearson Correlation	1	.674*
	Sig. (2-tailed)		.016
	N	12	12
Y	Pearson Correlation	.674*	1
	Sig. (2-tailed)	.016	
	N	12	12

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kenaikan jumlah frekuensi sambaran petir sebanding dengan kenaikan intensitas curah hujan.

## SIMPULAN

Berdasarkan data yang didapat, diperoleh nilai korelasi antara frekuensi sambaran petir terhadap intensitas curah hujan sebesar 0,674. Nilai tersebut masuk dalam kategori hubungan linier positif moderat. Hubungan positif ini menunjukkan bahwa jumlah frekuensi sambaran petir berpengaruh terhadap intensitas curah hujan. Dengan semakin bertambahnya frekuensi sambaran petir, maka jumlah intensitas curah hujan juga akan meningkat

## DAFTAR PUSTAKA

Daniel, W.W. 1989. *Statistika Non Parametrik Terapan*. Alex Tri K, W., penerjemah. Jakarta : PT Gramedia. Terjemahan dari : *Applied Nonparametrics Statistic*

Haryono, T.(2013).Alat Perlindungan Peralatan

Listrik dan Bangunan terhadap Sambaran  
Petir:UGM.Yogyakarta

Labrada, C.R.(1999).*Lightning / Precipitation  
Relationship on a Global Basis*.Massachussets:  
Massachussets Institute of Technology.

Soula, S.(1998).*The CG lightning activity of storm  
causing a flashflood*.*Geophysics, Res.Lett*, 25,  
1181-1184.

Tjasyono, B.(2006).*Meteorologi Indonesia I*.  
Jakarta:Badan Meteorologi dan Geofisika.

Zoro, R.(2000).Analisis Karakteristik Petir dan  
Cuaca di Wilayah di Daerah Tropis.Jurnal  
Teknik Tegangan Tinggi Indonesia, Vol. 2,  
No. 1. Bandung:Teknik Elektro, Institut  
Teknologi Bandung.