

ANALISIS PEMETAAN DAERAH RAWAN PETIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE KRIGING DI WILAYAH KOTA/KABUPATEN PASURUAN

Rifatul Khasanah¹⁾, Madlazim²⁾

¹⁾ Program Studi S1 Fisika, FMIPA, UNESA, E-mail rhiefa.anha18@gmail.com

²⁾ Dosen Fisika, FMIPA, UNESA, E-mail madlazimm@yahoo.com

Abstrak

Wilayah Indonesia secara geografis beriklim tropis dengan tingkat pemanasan, kelembaban tinggi dan banyak mengalami hujan serta sambaran petir tinggi. Pasuruan merupakan daerah yang dikategorikan sebagai daerah yang rawan sambaran petir yang memungkinkan timbulnya awan-awan konvektif di sekitar lereng pegunungan. Sehingga dilakukan penelitian dengan tujuan untuk menganalisis daerah rawan sambaran petir di wilayah kota/kabupaten Pasuruan berdasarkan data rekaman sensor *Lightning Detection* tahun 2013 serta menganalisis bentuk pemetaan kontur intensitas sambaran petir. Untuk mencapai tujuan tersebut maka data yang akan digunakan untuk dianalisis hanya data petir bertipe *Cloud to Ground* yang bermuatan positif saja karena petir tersebut yang sangat berbahaya. Data *real-time* sambaran petir yaitu dari rekaman sensor *Lightning Detector* yang kemudian diolah dengan menggunakan beberapa *software Lightning Detector 2000, Lightning Data Processing, dan ArcGIS 10* kemudian dipetakan dengan menggunakan metode *Kriging*. Metode *Kriging* merupakan teknik perhitungan untuk mengestimasi dari suatu variabel tereregional sehingga nilai yang dihasilkan berupa kerapatan petir dalam setiap daerah yang diteliti. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa peta daerah rawan sambaran petir dan kontur intensitasnya yang terjadi di Wilayah Pasuruan. Berdasarkan pemetaan tersebut diperoleh total sambaran sebanyak 29.866 sambaran petir serta daerah yang paling sering terjadi sambaran petir dan sambaran yang paling kuat terletak di daerah Kecamatan Prigen, Gempol, dan Beji. Wilayah Pasuruan merupakan kategori daerah yang memiliki tingkat kerawanan yang sangat tinggi akibat sambaran petir dengan 58,08%. Hal ini karena Wilayah Pasuruan yang terletak diantara pegunungan dan lautan sehingga mudah terbentuk awan *Cumulonimbus*(Cb).

Kata kunci : Daerah rawan sambaran petir, *Lightning Detector 2000, Kriging, IKL, Pasuruan.*

Abstract

Indonesian region geographically tropical climate with heating rate, high humidity, high lightning and strikes. Pasuruan is an area categorized as areas prone to lightning strikes that may lead to convective clouds around the mountain slopes. So the research conducted with the aim to analyze the areas prone to lightning strikes in the area of city / country Pasuruan based *Lightning Detection* sensors recording the data in 2013 and analyzes the shape of the contour mapping intensity of lightning strikes. To achieve these objectives, the data will be used to analyze only the data type of the *Cloud to Ground Lightning* positively charged because lightning is very dangerous. Real-time data lightning strikes based on *Lightning Detector* sensors are then processed using several *software Lightning Detector 2000, Lightning Data Processing, and ArcGIS 10* then mapped using *Kriging* method. *Kriging* method is a calculation technique for estimation of a variable tereregional that can produce lightning density values in each area studied. Results obtained from this research is a map of areas prone to lightning strikes and intensity contour that occurred in Pasuruan region. Based on the mapping obtained a total of 29.866 lightning strikes and the areas most frequent lightning strikes of the most powerful Prigen, Gempol and Beji area's. The areas city / of Pasuruan can be categorized as very high level of vulnerability to lightning strikes with 58.08%. This happened because Pasuruan region located between mountains and sea so it is easy to form *Cumulonimbus* clouds (Cb).

Keyword : Areas lightning prone strikes, *Lightning Detector 2000, Kriging, IKL, Pasuruan.*

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia secara geografis beriklim tropis dengan tingkat pemanasan dan kelembaban tinggi, cuaca dan musim sangat memiliki pengaruh yang besar. Kondisi ini mengakibatkan potensi kejadian petir menjadi sangat tinggi dibanding dengan daerah sub tropis (Tjasyono, 2006). Secara meteorologis, beberapa faktor inilah yang menyebabkan Indonesia merupakan salah satu wilayah dengan intensitas hari terjadinya guntur (*Thunderstorm Days*) yang cukup tinggi. Salah satu Wilayah di Pulau Jawa yaitu Pasuruan yang memiliki

iklim tropis dengan dipengaruhi oleh adanya angin muson barat dan angin muson timur yang menyebabkan musim penghujan dan musim kemarau. Angin muson barat akan terjadi pada bulan Oktober sampai April sehingga mengalami musim dingin dengan tekanan rendah dan memiliki kelembaban yang tinggi maka akan menimbulkan musim penghujan yang tinggi. Pasuruan merupakan salah satu daerah yang memiliki kerentanan petir sehingga perlu dilakukan penelitian untuk memberikan informasi mengenai kerawanan sambaran

petir melalui pemetaan daerah rawan sambaran petir dengan kerapatan sambaran petir yang terjadi.

Awan merupakan gumpalan-gumpalan titik uap air atau kristal es atau kombinasi antara keduanya, mengapung, melayang di atmosfer bumi yang terjadi karena pengembunan dan pemadatan uap air yang terdapat di dalam udara setelah melampaui keadaan jenuh. Awan berdasarkan ketinggiannya terdapat 4 golongan awan yang dapat dibagi menjadi 10 macam, yaitu:

- a. *Cirrus* (Ci)
- b. *Cirro cumulus* (Cc)
- c. *Cirro stratus* (Cs)
- d. *Alto cumulus* (Ac)
- e. *Alto Stratus* (As)
- f. *Strato cumulus* (Sc)
- g. *Stratus* (St)
- h. *Nimbo stratus* (Ns)
- i. *Cumulus* (Cc)
- j. *Cumulonimbus* (Cb)

Petir merupakan gejala listrik alami dalam atmosfer bumi yang tidak dapat dihindarkan ataupun dicegah dan terjadi akibat lepasnya muatan listrik yang terdapat di dalam awan baik muatan listrik positif maupun muatan listrik negatif.

Proses terjadinya petir ini yang mengakibatkan muatan listrik terpolarisasi di dalam awan menjadi dua kutub yang berbeda yaitu muatan negatif akan berkumpul di awan bagian bawah dan muatan positif berada di awan bagian atas. Muatan negatif yang berada di awan bagian bawah yang dapat mengakibatkan terjadinya induksi muatan positif di permukaan tanah sehingga dapat terbentuk medan listrik antar awan dan tanah. Jika medan listrik di udara semakin besar maka gaya elektrostatik yang akan mendorong muatan negatif untuk meloncat ke tanah, sehingga akan terjadi pelepasan muatan yang menyambar pada tanah.

Data petir secara umum dapat disebut juga sebagai data *Ts. Thunderstorm Days (Ts)* adalah hari ketika terjadi atau tidaknya guntur atau suara guruh. Garis yang mempunyai hari guntur yang sama disebut *Isoceraunic* sedangkan *Isoceraunic Level (IKL)* merupakan jumlah hari terjadinya guruh dalam sehari selama satu tahun. IKL dapat dituliskan (Puspitasari, 2014; Faizatin, 2014):

$$IKL = \frac{(T_s)}{365} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana dapat didefinisikan sebagai jumlah hari terjadinya guruh dalam satu tahun dibagi 365 dan kemudian dikalikan 100 %. Banyaknya sambaran petir dalam sambaran per km² disebut kerapatan (N_g) dalam petir. Kerapatan sambaran petir yang terjadi untuk Indonesia, T.S. Hutauruk (1991) memberikan usulan kerapatan sambaran petir sebagai berikut :

$$N_g = 0,15 \times IKL \dots \dots \dots (2)$$

Dari nilai *Isoceraunic Level* yang dihasilkan dapat dibuat klasifikasi tingkat kerawanan suatu daerah terhadap sambaran petir.

METODE

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian penerapan yang berbasis komputasi, karena penerapan teori baku tentang proses terjadinya petir sebagai sumber utama yang produksi medan listrik alami. Dalam penelitian ini, data diperoleh dari BMKG Stasiun Geofisika Kelas II Tretes untuk menentukan jumlah Hari Guruh yang terjadi minimal sekali dalam sehari selama setahun dan menentukan jumlah sambaran petir yang terjadi. Dimana data yang tersedia dalam bentuk (.ldc) yang selanjutnya akan diproses menggunakan *Lightning 2000* yang berbentuk (.kml), *lightning data processing* yang berbentuk (.csv), dan dipetakan pada program *ArcGIS 10* menggunakan metode *Kriging* diharapkan berupa peta kontur sambaran petir dan daerah rawan sambaran petir Wilayah Kota/Kabupaten Pasuruan pada tahun 2013. Sehingga dapat meminimalisasi resiko korban akibat sambaran petir yang terjadi dengan menggunakan sistem proteksi petir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

I. Analisis Tingkat Kerawanan Sambaran petir

Berdasarkan data petir yang didapatkan dari pengolahan menggunakan sensor *Lightning Detection* data yang tersedia dapat dihitung jumlah sambaran yang terjadi di wilayah Kota/Kabupaten Pasuruan didapatkan 29.866 sambaran petir.



Gambar 1. Jumlah Sambaran Petir Selama Tahun 2013

Berdasarkan grafik tersebut menunjukkan bahwa sambaran petir terjadi pada musim penghujan yaitu antara November dan April. Pada bulan Maret dan Februari menunjukkan bahwa sambaran petir terbanyak yaitu 9.300 sambaran petir dan 7.222 sambaran petir. Hal ini terjadi karena pada awan yang memiliki muatan yang

terbentuk memiliki kekuatan daya isolasi yang berbeda-beda di dalam awan tersebut. Sedangkan pada bulan Mei, grafik tersebut menunjukkan adanya pengurangan aktivitas sambaran petir yang terjadi. Hal ini karena pada bulan tersebut merupakan bulan peralihan dari musim hujan ke musim kemarau. Namun karena cuaca yang terjadi dapat ditentukan manusia sehingga musim yang terjadi tidak sesuai dengan analogi pembagian musim. Pada bulan Agustus hanya terjadi sekali sambaran, hal ini disebabkan karena terjadi musim kemarau satu bulan dengan adanya angin muson timur. Angin muson timur yang tidak banyak membawa uap air dan angin tersebut hanya melewati laut kecil serta jalur sempit seperti Laut Timor, Laut Arafuru dan bagian selatan Irian Jaya. Sehingga pada musim kemarau petir jarang terjadi karena awan Cb sebagai penghasil petir jarang terbentuk.



Gambar 2. Jumlah Hari Guruh Per Bulan Selama Tahun 2013

Pada gambar grafik diatas menunjukkan banyaknya hari guruh selama tahun 2013 di Wilayah Pasuruan. Dengan menggunakan rumus persamaan (1) untuk mendapatkan nilai IKL Wilayah Kota/Kabupaten Pasuruan selama tahun 2013 sebagai berikut:

$$IKL = \frac{212}{365} \times 100\% = 58,08\%$$

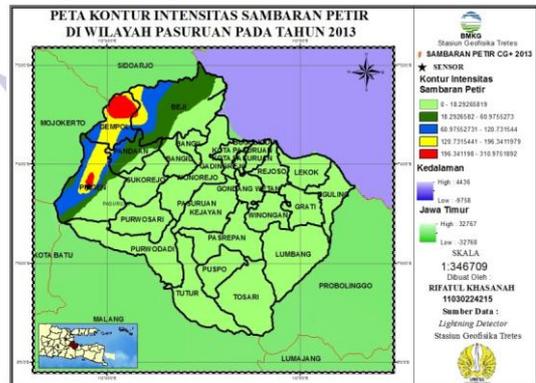
Kerapatan sambaran petir (Ng) adalah sebanyak sambaran petir per km². Kerapatan sambaran petir ke tanah sangat dipengaruhi oleh hari guruh selama setahun di daerah tersebut maka nilai kerapatan sambaran petir untuk Indonesia didapatkan sebesar:

$$Ng = 0,15 \times IKL = 8,7123/1 \text{ km}^2 = 9/1 \text{ km}^2$$



Gambar 3. Plotting Peta Intensitas Sambaran Petir di Wilayah Kota/Kabupaten Pasuruan Pada Tahun 2013

Pada peta intensitas sambaran petir di Wilayah kota/kabupaten Pasuruan pada tahun 2013 untuk kerapatan sambaran petir hampir menutupi Kota Pasuruan dan Kabupaten Pasuruan terutama di kecamatan Gempol, Beji, Bangil, Pandaan, Sukorejo, Purwodadi, Wonorejo dan Prigen. Sambaran petir yang terjadi di kota dan beberapa kecamatan tersebut sangat banyak sehingga jumlah petir yang ditampung oleh kota dan beberapa kecamatan tersebut sangat rapat. Peta kontur intensitas sambaran petir menunjukkan beberapa warna kontur yang memiliki kategori tinggi rendahnya suatu intensitas sambaran petir sebagai berikut:



Gambar 4. Plotting Peta Kontur Intensitas Sambaran Petir di Wilayah Kota/Kabupaten Pasuruan Pada Tahun 2013

Dari peta kontur diatas dapat dilihat bahwa pada sebagian besar kecamatan Gempol dan Prigen memiliki tingkat kerawanan sambaran petir cukup besar yaitu sekitar 196 sampai 310 intensitas sambaran yang ditunjukkan dengan warna kontur merah dan sebagian kecamatan Beji termasuk kategori rawan sambaran petir dengan tingkat kerawanan sambaran petir sekitar 120 sampai 196.

B. Pembahasan

Selain data jumlah sambaran petir yang telah diperoleh dapat pula data jumlah hari guruh yang terjadi dalam satu tahun tersebut, sehingga dapat dibuat tabel sebagai berikut:

Tabel 1 Jumlah Hari Guruh Perbulan Selama Tahun 2013

No	Bulan	Hari Guruh
1	Januari	28
2	Februari	24
3	Maret	31
4	April	22
5	Mei	22
6	Juni	24
7	Juli	9
8	Agustus	1

*Pemetaan Daerah Rawan Petir dengan Menggunakan Metode Kriging
di Wilayah Kota/Kabupaten Pasuruan Pada Tahun 2013*

9	September	4
10	Oktober	8
11	November	17
12	Desember	22
Jumlah		212

Berdasarkan hasil yang telah ditunjukkan pada tabel diatas, hari guruh yang terjadi selama tahun 2013 didapatkan sebanyak 212 hari guruh.

Berdasarkan nilai IKL yang diperoleh, maka dapat diketahui kerawanan sambaran petir di Wilayah Pasuruan menggunakan tabel klasifikasi tingkat kerawanan sambaran petir yaitu dari hasil perhitungan IKL yang didapat yaitu 58,08% dan terletak diantara 50% - 100% sehingga dapat disimpulkan bahwa Wilayah Pasuruan dapat dikategorikan sebagai daerah yang sangat tinggi terhadap sambaran petir. Hal ini terjadi karena Wilayah kota/kabupaten Pasuruan yang terletak diantara lautan dan pegunungan yang berpotensi untuk terjadinya sambaran petir. Adanya lautan yang menyebabkan banyak penguapan yang terjadi dan pegunungan yang menjadikan sebagai rintangan terhadap gerakan udara ke atas sehingga dapat menjadikan terbentuknya awan Cb sebagai penghasil petir.

Tabel 2 Kerawanan Sambaran Petir Berdasarkan Kontur Intensitas

No	Klasifikasi Rawan Sambaran Petir	Kontur Intensitas Rawan Sambaran	Presentase Intensitas
1	Sangat Rendah	Hijau Mudah	0 – 18
2	Rendah	Hijau Tua	18 – 60
3	Sedang	Biru	60 – 120
4	Tinggi	Kuning	120 – 196
5	Sangat Tinggi	Merah	196 – 310

Berikut ini merupakan tabel hasil dari pemetaan daerah rawan terhadap sambaran petir di Wilayah Kota/Kabupaten Pasuruan selama tahun 2013.

Tabel 3 Daerah Yang Rawan Terhadap Sambaran Petir Berdasarkan Intensitasnya

No	Klasifikasi Rawan Sambaran Petir	Daerah Rawan Sambaran Petir	Presentase Intensitas
1	Sangat Rendah	Bangil Rembang Kraton Sukorejo Purwosari	0 – 18

		Purwodadi Kota Pasuruan Gadingrejo Gondang Wetan Wonorejo Kejayan Poh Jentrek Rejoso Winongan Paserpan Puspo Lekok Nguling Grati Lumbang Tosari Tutur	
2	Rendah	Beji Pandaan Prigen	18 – 60
No	Klasifikasi Rawan Sambaran Petir	Daerah Rawan Sambaran Petir	Presentase Intensitas
3	Sedang	Beji Gempol Pandaan Prigen	60 -120
4	Tinggi	Beji Gempol Prigen	120 – 196
5	Sangat Tinggi	Gempol Prigen	196 – 310

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pada sebagian besar kecamatan Gempol dan Prigen memiliki tingkat kerawanan sambaran petir sangat tinggi yaitu sekitar 196 sampai 310 intensitas sambaran yang dengan warna kontur merah dan sebagian kecamatan Beji termasuk kategori rawan sambaran petir dengan tingkat kerawanan sambaran petir yang tinggi sekitar 120 sampai 196 yang ditunjukkan dengan warna kuning. Hal ini terjadi karena kecamatan Beji, Gempol dan Prigen terletak dekat dengan lautan dan pegunungan, sehingga intensitas sambaran petirnya bisa lebih besar karena petir lebih cenderung menyambar daratan dibanding dengan lautan. Suhu udara di darat lebih panas daripada di laut sehingga

daratan lebih cepat menyerap energi panas daripada lautan. Daratan lebih mudah terinduksi oleh muatan petir dibandingkan dengan lautan. Pada kecamatan Gempol dan Beji juga merupakan wilayah industri yang dapat menghasilkan banyak polutan. Polutan merupakan salah satu partikel yang banyak mengandung suatu muatan sehingga interaksi di antara partikel polutan diudara dapat menyebabkan terjadi sambaran petir.

Keadaan ini disebabkan oleh topografi Pasuruan berupa pegunungan dan perbukitan yang dekat dengan laut sehingga penguapan yang tinggi dan dapat terjadi pergerakan angin yang cukup dan adanya gunung yang menyebabkan terbentuknya awan Cb yang lebih banyak. Penyebab lainnya yaitu tidak menentu seperti musim hujan ataupun musim kemarau secara berkepanjangan sehingga dapat mengakibatkan cuaca dan musim yang terjadi di Wilayah kota/kabupaten Pasuruan tidak sesuai dengan pembagian musim itu sendiri.

SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Ada beberapa kesimpulan yaitu:

- I. Pada penelitian ini untuk analisis data dengan petir type CG+ yang dilakukan selama tahun 2013 untuk daerah yang memiliki kerapatan sambaran petir meliputi: Kota Pasuruan dan Kabupaten Pasuruan terutama di kecamatan Gempol, Beji, Bangil, Pandaan, Sukorejo, Purwodadi, Wonorejo dan Prigen. Kerapatan sambaran petir yang terjadi di Wilayah Pasuruan akibat dari pengaruh adanya proses pembentukan awan Cb yang memiliki intensitas daya isolasi yang berbeda-beda di dalam awan, sehingga kerapatan sambaran petir tidak selalu rata untuk menyebar di seluruh daerah.
- II. Daerah yang rawan akan sambaran petir menurut peta kontur intensitas sambaran petir di wilayah Pasuruan adalah Wilayah kecamatan Gempol dan Prigen dengan total sambaran sekitar 196 sampai 310 intensitas sambaran petir yang termasuk kategori kerawanan sambaran yang sangat tinggi yang ditunjukkan warna merah. Pada kecamatan Beji termasuk kategori rawan sambaran petir yang tinggi dengan tingkat kerawanan sambaran petir sekitar 120 sampai 196 yang ditunjukkan dengan warna kuning. Sedangkan wilayah kecamatan yang lain memiliki tingkat kerawanan sambaran yang lebih kecil atau bagian terendah yaitu dengan presentase intensitas 0 sampai 18 yang ditunjukkan dengan warna hijau muda yang merupakan Kabupaten Pasuruan antara lain: Kecamatan Bangil, Sukorejo, Purwosari, Purwodadi, Wonorejo, Gading Rejo,Kejayan, Rejoso, Gondang Wetan, Paserpan,

Tutur, Puspo, Lumbang, Winongan, Grati, Lekok, Nguling dan Kota Pasuruan.

A. SARAN

Dengan adanya hasil penelitian ini maka penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pemetaan sambaran petir ini tentunya memiliki kekurangan terutama pada jumlah dan sambaran data penelitian yang masih jauh dari ideal dan untuk itu bagi peneliti yang tertarik pada bidang ini supaya lebih memperdalam lagi kajian ini dimasa yang akan datang dengan jumlah dan sebaran data yang lebih baik.
2. Sebaiknya juga membuat pemetaan daerah rawan sambaran petir di setiap wilayah bagian Indonesia yang berkaitan dengan tingkat kebutuhan sistem pengamanan terhadap sambaran petir sehingga dapat diketahui daerah yang mempunyai intensitas petir yang tinggi supaya dapat meminimalisasi resiko bencana yang diakibatkan oleh sambaran petir.

DAFTAR PUSTAKA

- Fahmi, Daniar. 2011. Studi Pengaruh Besaran Dan Karakteristik Arus Petir Terhadap Long Grounding Conductor Pada Saluran Transmisi. ITS : Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro.
- Giancoli, Douglas C. 1998. *Physics: Principles with Applications (5th Edition)*. Prentice Hall.
- Hermawan A. Dadan. 2010. Optimalisasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Menggunakan Jenis *Early Stearmer* (Studi Kasus UPT LAGG BPPT). *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Hidayat, S. 2008. Ketika Petir menyambar tower BTS. (<http://wordpress.com/2008/04/10/htm/> diakses 7 Januari 2015).
- Hidayat, T. 2012. Relasi Spasial Sambaran Petir Dengan Menara BTS Di Wilayah Pemukiman Kota Depok. *Tesis*. Jurnal BMG Vol. 3 No. 4 November 2012.
- Husni, M. 2003. Pengamatan Petir di Indonesia. BMKG
- Hutahuruk, T. S.1991. *Gelombang Berjalan dan Proteksi* Surja. Jakarta : Erlangga
- <http://wiryawangpblog.blogspot.com> (diakses 7 januari 2015)
- <http://geografientrepreneur.yolasite.com/drs-iwan-digital-maps.php> (diakses 14 januari 2015)
- <http://softilmu.blogspot.com> (diakses 11 Juni 2015)
- <http://puslitbang.bmkg.go.id> (diakses 11 Juni 2015)
- Pandiangan, L. N. L, Wardono W. 2010. Analisa Pemetaan Sambaran Petir Akibat Bangunan BTS Terhadap Lingkungan Dan Sekitarnya Di Kota Medan. *Jurnal*. Vol. 11. No. 2 November 2010.

- Puspitasari, Iga dan Supardiyono. 2014. Analisa Pemetaan Kontur Dan Kerapatan Petir Dengan *Lightning Detector 2000* Dan Metode *Kriging* Di Surabaya Tahun 2000. *Jurnal Fisika* Vol. 3 No. 2 Tahun 2014, Hal. : 39-45.
- Septiadi, Deni dan Safwan Hadi. 2011. *Karakteristik Petir Terkait Curah Hujan Lebat di Wilayah Bandung, Jawa Barat*. *Jurnal meteorologi dan geofisika* volume 12 nomor 2 - september 2011: 163 – 170.
- Sulistinah dan Kuspriyanto. 2011. *Meteorologi*. Jurusan Pendidikan Geografi FIS UNESA
- Sulistinah dan Kuspriyanto. 2013. *Klimatologi*. Jurusan Pendidikan Geografi FIS UNESA
- Tjasyono, B. H. K. 2001. Studi. Mikrofisika Awan dan Hujan. ITB. Bandung.
- Tjasyono, B. H. K. 2006. *Meteorologi Indonesia 1, Karakteristik dan Sirkulasi Atmosfer*. Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Uccellini dan Furgione. 2010. *The Lightning Process: Keeping in Step*. (<http://www.srh.noaa.gov/jetstream/lightning/lightningmax.htm> diakses 14 Januari 2014).
- Uman, M. A. 2001. *The Lightning Discharge General Publishing Company, Ltd, Ontario*.
- Utami Faizatin, Tri., Lydia Rohmawati., dan Madlazim. 2014. Pemetaan Daerah Rawan Petir *Cloud to Ground* Positif Wilayah Pasuruan Tahun 2012 Menggunakan Metode *Inverse Distance Weighted*. *Jurnal Fisika* Vol. 3 No. 3 Tahun 2014, Hal. : 6-10.
- Wahid, R. M. 2009. Studi Tingkat Potensi Petir di Sulut. *Skripsi*. Sarjana FMIPA Unsrat.
- Widodo, C. 2012. Analisa Sebaran Iklim Klasifikasi Schmidt – Ferguson Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kabupaten Bantaeng Sulawesi - Selatan. *Skripsi*. Sarjana FMIPA Unsrat. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Pemkab. 2014. Website resmi kabupaten Pasuruan. *Gambaran umum*. (diakses 05 Januari 2015). Dari <http://www.pasuruankab.go.id/pages-1-gambaran-umum.html>
- Website resmi Kota Pasuruan. 2015. *Profil Kota Pasuruan*. (<http://www.pasuruankota.go.id> diakses 7 Januari 2015)
- www.maskacamata.blogspot.com (diakses 14 Januari 2015)