

## ANALISIS TINGKAT KERAWANAN BAHAYA SAMBARAN PETIR DENGAN METODE *SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING* DI PROVINSI BALI

Tomy Gunawan<sup>1</sup>, Komang Ngurah Suarbawa<sup>2</sup>, Lestari Naomi L. Pandiangan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia 80361.

<sup>3</sup>Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar, Bali Indonesia 80361.

\*Email : [yomo\\_goon@gmail.com](mailto:yomo_goon@gmail.com)

### Abstrak

Bali merupakan daerah potensi rawan sambaran petir karena memiliki iklim tropis dengan peluang terjadinya hujan disertai petir cukup tinggi dan juga rentan karena tingkat kepadatan penduduk yang sangat tinggi. Kondisi ini mengancam keselamatan jiwa dan harta benda penduduk, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menganalisa tingkat kerawanan sambaran petir di wilayah Bali. Untuk identifikasi tingkat kerawanan sambaran petir digunakan dua faktor yaitu faktor ancaman menggunakan data kejadian petir CG (*Cloud to Ground*) (2009-2013) dan faktor kerentanan menggunakan data kepadatan penduduk dan penggunaan lahan untuk rumah dan bangunan. Dua faktor tersebut dianalisa menggunakan metode SAW (*Simple Additive Weighting*) untuk mendapatkan tingkat kerawanan sambaran petir tiap kecamatan. Dari hasil perhitungan menunjukkan kecamatan Selemadeg Barat, Denpasar, Kuta, Pupuan, Klungkung dan Selemadeg memiliki tingkat kerawanan sambaran petir tinggi, 27 kecamatan berada dalam kategori sedang dan 21 kecamatan sisanya berada dalam kategori rendah.

Kata kunci : Petir CG, Tingkat Kerawanan, SAW

### Abstrack

*Bali is a potential area prone to lightning strikes because it has a tropical climate with the possibility of rain accompanied by lightning quite high and also vulnerable because of the population density is very high. These conditions threaten the safety of lives and property of the population, so it is necessary to study the vulnerability of lightning strikes in Bali. For identify the level of vulnerability to lightning strikes used two factors, the threat factors using CG(Cloud to Ground) lightning incidence data (2009-2013) and vulnerability factors using data of population density and land use for homes and buildings. Two factors were analyzed using the method of SAW (Simple Additive Weighting) to obtain level of vulnerability to lightning strikes each district. The results of the calculations show Selemadeg Barat, Denpasar, Kuta, Pupuan, Klungkung and Selemadeg have a high level of vulnerability to lightning strikes, 27 districts are in the middle category and the remaining 21 districts are in the low category.*

Keywords : CG Lightning, , Level of Vulnerability, SAW

### I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara tropis dengan curah hujan yang cukup tinggi. Secara tidak langsung kondisi tersebut

berdampak pada tingginya Jumlah Hari Guruh (*Thunder Storm Days*) di Indonesia. Indonesia memiliki 200 hari guruh, jika dibandingkan dengan USA 100 hari, Brasil 140 hari dan

Afrika 60 hari (Husni, 2006). Ini menandakan bahwa Indonesia memiliki kerawanan yang cukup tinggi terhadap bahaya akibat sambaran petir.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2010, Bali merupakan pulau dengan kepadatan penduduk tertinggi kedua setelah Pulau Jawa dengan tingkat kepadatan sebesar 673 orang per km<sup>2</sup>. Bali juga merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan pertumbuhan infrastruktur seperti bangunan hotel, gedung perkantoran, jaringan listrik serta menara BTS untuk kepentingan komunikasi yang cukup pesat. Pertumbuhan pembangunan tersebut secara tidak langsung meningkatkan resiko bahaya yang disebabkan oleh sambaran petir wilayah Bali.

Berdasarkan beberapa faktor yang diuraikan di atas perlu dilakukan kajian untuk menentukan tingkat kerawanan sambaran petir di Provinsi Bali. Metode yang digunakan adalah Metode Penjumlahan Terbobot (*Simple Additive Weighting*). Metode ini digunakan untuk menggabungkan beberapa faktor penyebab tingkat kerawanan sambaran petir sehingga didapatkan nilai preferensi untuk menentukan tingkat kerawanan pada daerah penelitian.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Petir

Petir merupakan sebuah fenomena alam berupa kilatan cahaya disertai suara menggelegar yang sering dijumpai menjelang atau ketika hujan. Namun bukan berarti ketika

hujan akan selalu disertai dengan petir. Petir hanya terjadi jika terdapat awan *Cumulonimbus* (Cb). Petir terjadi karena adanya perbedaan potensial antara dua medium. Dalam hal ini dua medium tersebut yaitu antara awan dan bumi atau awan dengan awan. Dalam kondisi cuaca yang normal perbedaan potensial antara permukaan bumi dengan ionosphere adalah sekitar 200.000 sampai 500.000 volt dengan kerapatan arus sekitar  $2 \times 10^{-12}$  Ampere/m<sup>2</sup>. Beda potensial ini disebabkan oleh distribusi badai guntur di permukaan bumi (Husni, 2008).

### 2.2 Tipe Petir

Berdasarkan proses terjadinya, petir dapat dibedakan menjadi empat jenis (Husni, 2002), diantaranya:

1. Petir awan ke tanah (*cloud to ground / CG*)
2. Petir dalam awan (*intracloud / IC*)
3. Petir awan ke awan (*cloud to cloud / CC*)
4. Petir awan ke udara (*cloud to air / CA*)

### 2.3 Kajian Risiko Bencana

Kajian risiko bencana merupakan sebuah pendekatan untuk menunjukkan potensi dampak negatif yang mungkin muncul akibat suatu potensi bencana yang melanda. Potensi dampak negatif dihitung berdasarkan tingkat kerentanan dan kapasitas suatu kawasan yang dapat dilihat dari potensi jumlah jiwa yang terpapar, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan (BNPB, 2012)

### 2.4 Metode *Simple Additive Weighting* (SAW)

Metode SAW merupakan salah satu metode dari *Multiple Attribute Decision Making*

(MADM) yang paling sederhana. MADM adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan alternatif yang paling bagus dari sejumlah alternatif yang ada berdasarkan kriteria tertentu. Metode SAW atau yang juga dikenal sebagai metode penjumlahan terbobot, pada dasarnya mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut (Fishburn, 1967; Mac Crimmon, 1968).

## I. METODE PENELITIAN

### 3.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Data Petir Provinsi Bali tahun 2009-2013 yang diperoleh dari Stasiun Geofisika BMKG Sanglah Denpasar.
2. Data jumlah penduduk kecamatan Provinsi Bali tahun 2011 yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Bali.
3. Data luas lahan yang difungsikan sebagai perumahan dan bangunan kecamatan Provinsi Bali tahun 2011 yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Bali.
4. Data luas wilayah tiap kecamatan di Provinsi Bali yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik Provinsi Bali.

### 3.2 Metode

Metode SAW memerlukan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke dalam skala sehingga dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif (kecamatan) yang ada.

Rating kinerja ternormalisasi dapat diformulasikan pada Persamaan 3.1 :

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\text{Max } X_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\text{Min } X_{ij}}{X_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{cases} \quad (3.1)$$

di mana:

$r_{ij}$ : rating kinerja ternormalisasi dari alternatif  $A_i$  dan atribut  $C_j$

$X_{ij}$ : nilai pada alternatif ke-i dan atribut ke-j

Max  $X_{ij}$ : nilai maksimum atribut ke-j

Min  $X_{ij}$ : nilai minimum atribut ke-j

$i : 1, 2, \dots, m; j : 1, 2, \dots, n$

Sedangkan nilai preferensi untuk setiap alternatif ( $V_i$ ) diformulasikan pada Persamaan 3.2 :

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (3.2)$$

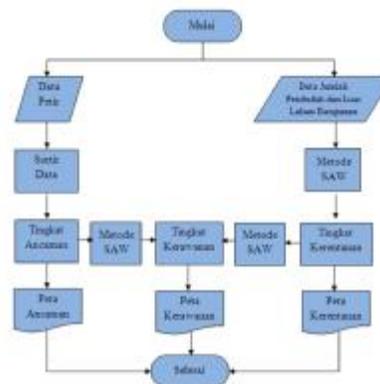
di mana :

$V_i$  : nilai preferensi untuk setiap alternatif ke-i

$w_j$  : bobot untuk setiap atribut ke-j

Dari formulasi di atas nilai  $V_i$  yang lebih besar menunjukkan alternatif  $A_i$  yang lebih terpilih (Idris, 2012).

### 3.3 Langkah Kerja



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Langkah kerja pada penelitian ini dapat dijelaskan secara sederhana menggunakan diagram alir seperti tampak pada Gambar 3.1.

## II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data kejadian petir CG di wilayah Bali tahun 2009 – 2013 menunjukkan bahwa dalam kurun waktu lima tahun telah tercatat kejadian petir CG sebanyak 276.764 kejadian. Dari jumlah kejadian petir tersebut sebesar 20.36% merupakan jenis petir CG+ sedangkan sisanya sebesar 79.64% merupakan CG-. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian petir CG di Bali didominasi oleh jenis petir CG-.

### 4.1 Hasil Analisis Tingkat Ancaman Bahaya Sambaran Petir Perkecamatan

Berdasarkan nilai rata-rata kejadian petir CG perkecamatan pertahun, maka dapat dihasilkan nilai kerapatannya dengan membagi luas wilayah kecamatan itu sendiri. Nilai kerapatan inilah yang nantinya akan digunakan untuk membandingkan tingkat ancaman bahaya

sambaran petir suatu kecamatan. Semakin tinggi nilai kerapatan kejadian petir CG perkecamatan pertahun menunjukkan semakin tinggi pula tingkat ancaman wilayah tersebut terhadap bahaya sambaran petir

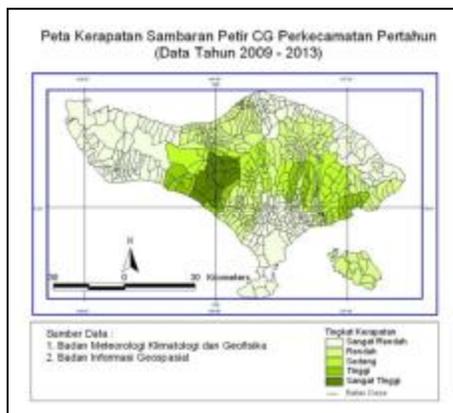
Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa dari 53 kecamatan dan satu kota terdapat dua kecamatan dengan tingkat ancaman sangat tinggi yaitu kecamatan Selemadeg Barat dan kecamatan Pupuan di mana keduanya berada pada kabupaten Tabanan, sedangkan lima kecamatan yaitu Tegallalang, Selemadeg, Manggis, Pekutatan dan Susut memiliki ancaman relatif tinggi dibanding satu kota dan 46 kecamatan lainnya.

Gambar 4.1 dan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa dari delapan kabupaten dan satu kota dapat dikatakan bahwa kabupaten Tabanan memiliki tingkat ancaman yang relatif tinggi. Hal ini dapat dilihat lima dari 10 kecamatan diwilayahnya berada pada tingkat ancaman sedang hingga tinggi dan tidak ada kecamatan

**Tabel 4.1** Tingkat ancaman bahaya sambaran petir perkecamatan

Tingkat An-caman	Kecamatan	Kerapatan Sambaran (d)
Sangat Tinggi	Selemadeg Barat, Pupuan	$d > 24$
Tinggi	Tegallalang, Selemadeg, Manggis, Pekutatan, Susut	$18 < d \leq 24$
Sedang	Payangan, Baturiti, Penebel, Rendang, Bangli, Tembuku, Busungbiu, Dawan, Selat, Sidemen	$12 < d \leq 18$
Rendah	Petang, Tampaksiring, Tabanan, Kediri, Marga, Selemadeg Timur, Kerambitan, Kintamani, Buleleng, Seririt, Sukasada, Banjar, Banjarangkan Klungkung, Nusa Penida, Bebandem, Karangasem	$6 < d \leq 12$
Sangat Rendah	Denpasar, Mengwi, Kuta, Kuta Utara, Abiansemal, Kuta Selatan, Ubud, Blahbatuh, Sukawati, Gianyar, Kubu, Abang, Mendoyo, Melaya, Negara, Jembrana, Tejakula, Kubutambahan, Gerokgak, Sawan	$d \leq 6$

dengan tingkat ancaman sangat rendah. Kota Denpasar dan kabupaten Badung dapat dikatakan memiliki tingkat ancaman relatif rendah. Hal ini dapat dilihat bahwa hampir seluruh wilayahnya berada dalam kategori ancaman sangat rendah, hanya kecamatan Petang saja yang berada pada tingkat ancaman rendah.



**Gambar 4.1** Peta Kerapatan Sambaran Petir CG Perkecamatan Pertahun

#### 4.2 Hasil Analisis Tingkat Kerentanan

Dalam kajian sebuah resiko bencana kerentanan suatu wilayah terhadap bencana tertentu dapat dilihat dari potensi jumlah jiwa yang terpapar, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan. Dalam penentuan tingkat kerentanan bahaya sambaran petir penulis memasukkan faktor kepadatan penduduk dan prosentase penggunaan lahan sebagai rumah dan bangunan terhadap luas wilayah perkecamatan. Mengacu pada sifat petir yang cenderung menyambar benda yang lebih tinggi, penulis memberikan bobot sebesar 67% untuk faktor penggunaan lahan sebagai

rumah dan bangunan dan 33% untuk faktor kepadatan penduduk. Dari nilai bobot tersebut menyatakan bahwa bangunan dua kali lebih rentan tersambar dibanding manusia.

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa hanya kota Denpasar yang memiliki kerentanan dengan kategori sangat tinggi, lalu kecamatan Kuta dengan kategori tinggi. Tingginya kerentanan dua wilayah tersebut dikarenakan dua wilayah tersebut merupakan wilayah yang sangat padat penduduk dan

dengan tingkat pembangunan infrastruktur yang tinggi mengingat kota Denpasar merupakan ibukota provinsi sedangkan Kuta merupakan daerah pariwisata internasional. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa Bali bagian selatan lebih rentan akan bahaya sambaran petir dan untuk bagian utara hanya kecamatan Buleleng yang cukup rentan akan bahaya sambaran petir



**Gambar 4.2** Peta Kerentanan Bahaya Sambaran Petir Provinsi Bali

**Tabel 4.2** Tingkat kerentanan bahaya sambaran petir perkecamatan

Tingkat Kerentanan	Kecamatan	Nilai Preferensi ( $V_{rentan}$ )
Sangat Tinggi	Denpasar	$V_{rentan} > 0.8$
Tinggi	Kuta	$0.6 < V_{rentan} \leq 0.8$
Sedang	Kuta Utara, Buleleng, Klungkung	$0.4 < V_{rentan} \leq 0.6$
Rendah	Blahbatuh, Kerambitan, Kediri, Mengwi, Dawan, Tampaksiring, Banjarangkan, Gianyar, Sukawati, Ubud, Kuta Selatan, Tabanan	$0.2 < V_{rentan} \leq 0.4$
Sangat Rendah	Negara, Abiansemal, Bangli, Sidemen, Marga, Jembrana, Tejakula, Karangasem, Susut, Sawan, Petang, Nusa Penida, Pupuan, Busungbiu, Kubu, Gerokgak, Banjar, Rendang, Mendoyo, Sukasada, Bebandem, Selemadeg Barat, Selat, Selemadeg Timur, Kubutambahan, Penebel, Melaya, Kintamani, Pekutatan, Abang, Selemadeg, Tegallalang, Baturiti, Tembuku, Manggis, Seririt, Payangan	$V_{rentan} \leq 0.2$

**4.3 Analisis Tingkat Kerawanan Sambaran Petir**

Tingkat kerawanan sambaran petir suatu wilayah atau dalam hal ini adalah kecamatan ditentukan berdasarkan faktor ancaman dan kerentanan. Seperti pada bahasan sebelumnya faktor ancaman didapat dari nilai kerapatan sambaran petir CG pertahun per km<sup>2</sup> dan faktor kerentanan didapat dari nilai kepadatan penduduk perkecamatan dan prosentase penggunaan lahan untuk rumah dan bangunan.

Dalam penelitian ini tiap faktor atau atribut diberikan bobot 50% di mana hal ini menunjukkan bahwa tingkat ancaman dan tingkat kerentanan memberikan kontribusi yang sama terhadap kerawanan sambaran petir.

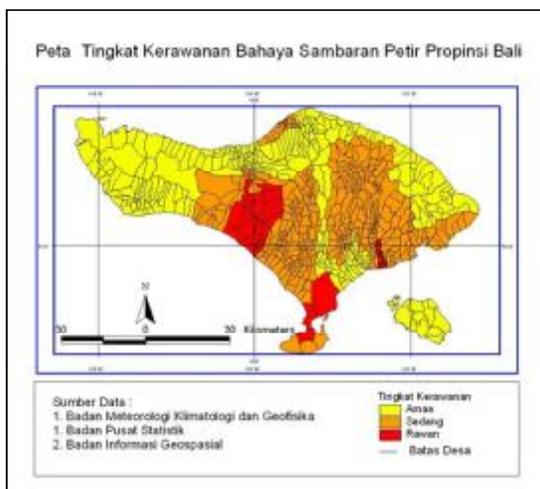
Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dari 54 kecamatan/kota hanya enam kecamatan /kota yang berada dalam tingkat rawan jika dibandingkan dengan 48 kecamatan lainnya, dan dari 48 kecamatan sisanya 27 kecamatan dalam kategori sedang dan 21 kecamatan dalam

**Tabel 4.3** Tingkat kerawanan bahaya sambaran petir perkecamatan

Tingkat Kerawanan	Kecamatan	Nilai Preferensi ( $V_{rawan}$ )
Rawan	Selemadeg Barat, Denpasar, Kuta, Pupuan, Klungkung, Selemadeg	$V_{rawan} > 0.4$
Sedang	Karangasem, Ubud, Kuta Selatan, Kintamani, Mengwi, Busungbiu, Marga, Selat, Banjarangkan, Tampaksiring, Kediri, Penebel, Kerambitan, Tabanan, Baturiti, Kuta Utara, Rendang, Payangan, Tembuku, Sidemen, Bangli, Tegallalang, Buleleng, Manggis, Pekutatan, Susut, Dawan	$0.2 < V_{rawan} \leq 0.4$
Aman	Gerokgak, Kubu, Kubutambahan, Sawan, Abang, Abiansemal, Mendoyo, Jembrana, Melaya, Tejakula, Petang, Negara, Blahbatuh, Sukasada, Banjar, Gianyar, Bebandem, Sukawati, Seririt, Nusa Penida, Selemadeg Timur	$V_{rawan} \leq 0.2$

kategori aman. Enam kecamatan/kota dengan kategori rawan, tingkat kerawanan kecamatan kuta dan kota Denpasar lebih dikarenakan faktor kerentanannya yang cukup tinggi. Di mana kepadatan penduduk dan penggunaan lahan untuk rumah dan bangunan cukup tinggi di kedua wilayah tersebut. Sedangkan faktor ancaman yang diindikasikan dari kerapatan sambaran petir per km<sup>2</sup> relatif rendah.

Tiga kecamatan lainnya yang juga dalam kategori rawan yaitu kecamatan Pupuan, kecamatan Selemadeg dan kecamatan Selemadeg Barat lebih dikarenakan memang ancaman sambaran petir yang cukup tinggi di wilayah tersebut, sedangkan faktor kerentanannya rendah. Gambar 4.3 memperlihatkan bahwa daerah yang relatif rawan terhadap bahaya sambaran petir adalah Bali bagian selatan, sebagian wilayah Tabanan dan sebagian kecil wilayah Klungkung.



**Gambar 4.3** Peta Kerawanan Bahaya Sambaran Petir Provinsi Bali

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan nilai kerapatan sambaran petir per-km<sup>2</sup> menunjukkan bahwa dua kecamatan dengan tingkat ancaman sambaran petir sangat tinggi yaitu kecamatan Selemadeg Barat dan kecamatan Pupuan yang masing masing memiliki nilai kerapatan sambaran 31 dan 26 sambaran petir per-km<sup>2</sup>, sedangkan lima kecamatan yaitu Tegallalang, Selemadeg, Manggis, Pekutatan dan Susut memiliki tingkat ancaman sambaran dalam kategori tinggi dengan rentang nilai kerapatan sambaran 19-24 sambaran petir per-km<sup>2</sup>, 46 kecamatan dan satu kota lainnya berada dalam kategori sedang hingga sangat rendah dengan nilai kerapatan sambaran kurang dari 19 sambaran petir per-km<sup>2</sup>.
2. Berdasarkan faktor kepadatan penduduk dan luas penggunaan lahan untuk rumah dan bangunan didapatkan kota Denpasar memiliki tingkat kerentanan sangat tinggi disusul dengan kecamatan kuta dengan kategori tinggi sedangkan tiga kecamatan yaitu Klungkung, Buleleng, Kuta Utara berada dalam kategori sedang dan 49 kecamatan lainnya berada dalam kategori rendah hingga sangat rendah.

3. Hasil analisa tingkat kerawanan menunjukkan bahwa enam kecamatan yaitu Selemadeg Barat, Denpasar, Kuta, Pupuan, Klungkung dan Selemadeg memiliki tingkat kerawanan sambaran petir dalam kategori rawan, sedangkan 27 kecamatan lainnya berada dalam kategori sedang dan 21 kecamatan sisanya berada dalam kategori aman.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini penulis menyarankan beberapa hal antara lain:

1. Perlu adanya kajian lebih mendalam yang meneliti tentang hubungan faktor – faktor yang mempengaruhi tingkat kerawanan suatu daerah terhadap sambaran petir mengingat belum adanya standar baku dalam penentuan bobot masing-masing faktornya.
2. Bagi para peneliti yang tertarik dalam bidang kajian ini dapat melengkapi data tingkat kapasitas suatu daerah hingga dapat dihasilkan tingkat resiko suatu daerah terhadap bahaya sambaran petir.

## DAFTAR PUSTAKA

- BNPB. 2012. *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Pengkajian resiko Bencana*. BNPB. Jakarta
- BPS. 2012. *Bali Dalam Angka 2012*. BPS Propinsi Bali. Denpasar
- Fishburn, P.C.1967. *Additive utilities with incomplete produc set: applications to priorities and assignments*. ORSA Publication. Baltimore
- Husni, M. 2002 *Mengenal Bahaya Petir*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika Vol 3 No 4 Oktober-Desember 2002. BMKG. Jakarta.
- Husni, M. 2006. *Workshop Penanggulangan Bencana Alam, Gempabumi, Cuaca dan Iklim*. BMKG. Jakarta
- Husni, M. 2008. *Bahan Ajar Diklat Teknis Geofisika : Pengamatan Petir*. Pusdiklat BMKG. Jakarta
- Idris, Sri Ani Lestari. 2012. *Analisis Perbandingan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Simple Additive Weighting (SAW)*. Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo
- Mac Crimmon, K.R. 1968. *Decision making among multiple attribute alternatives: a survey and consolidated approach*. Rand memorandum RM-4823-ARPA. Washington, DC