

# ANALISIS STATISTIKA TERHADAP PENYEBAB ANGIN KENCANG DAN PUTING BELIUNG DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TAHUN 2011-2014

Dwi Shinta Marselina<sup>1</sup>, Edy Widodo<sup>2</sup>

Mahasiswi Lulusan Jurusan Statistika Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia<sup>1</sup>

Dosen Jurusan Statistika Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia<sup>2</sup>

*dwishinta\_marselina@yahoo.com*

## Abstract

The purpose of this research are (1) to comply with a researcher suggestion previously for included altitude variable and give better analysis method than previously, (2) comprehend the characteristics of the weather conditions the day before or at the time occurrence of strong winds and typhoon, (3) analyze the factors that most influence significantly the occurrence of strong winds and typhoon, (4) and to know the logistic regression model that has the highest prediction accuracy in explaining prediction occurs whether or not a potential disaster. The variables were used : the occurrence of strong winds and typhoon which was grouped by classification of clouds, weather factors (air temperature (°C), rainfall (mm), humidity (%), air pressure (milibar), wind direction (°) and wind speed (knot)), as well as altitude. There is an altitude variable, therefore the logistic regression analysis was divided by physiographic components that arrange DIY. The results of this research indicate that there is equality of each factor of the weather conditions the day before or at the time of occurrence strong winds and typhoon. Obtainable the most influential factor to the occurrence of the disaster, for first physiographic are temperature, humidity, wind speed, wind direction, and rainfall with 83,3% prediction accuracy. Second physiographic are temperature, wind speed, wind direction, rainfall, and altitude with 72,3% prediction accuracy. Third physiographic are temperature, wind speed, wind direction, and altitude with 73,4% prediction accuracy. Fourth physiographic is wind speed with 79,2% prediction accuracy.

**Keywords** : Strong Winds and Typhoon, Weather Factors and Altitude, Characteristics of Weather Conditions, Logistic Regression Analysis, Predictive Accuracy.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Potensi angin kencang di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) meluas. Biasanya, hanya terjadi di wilayah Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta. Tetapi, angin kencang meluas hingga ke Kabupaten Bantul dan Kabupaten Gunungkidul. Penjelasan tersebut dipaparkan oleh Kepala Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) DIY Heri Siswanto kepada Republika di

Yogyakarta pada hari Senin 11 Maret 2013. Beliau juga mengatakan, potensi angin kencang di DIY cukup tinggi. Angin kencang bisa berupa angin puting beliung dan bisa juga angin *horizontal*. Akan tetapi, pada musim pancaroba potensi angin kencang *horizontal* yang biasa terjadi, bukan angin puting beliung. Sehingga, hal tersebut bersifat lokal.

Menurut Peraturan Kepala Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) No Kep.009 Tahun 2010 menyatakan angin kencang adalah angin dengan kecepatan di atas 25 knots (45 km/

jam). Sedangkan, angin puting beliung adalah angin kencang yang berputar yang keluar dari awan Cumulonimbus dengan kecepatan lebih dari 34,8 knots atau 64,4 km/jam dan terjadi dalam waktu singkat.

Kepala Seksi Data dan Informasi BMKG Tony Agus Wijaya kepada Harian Jogja pada hari Selasa 6 Agustus 2014 memaparkan bahwa, munculnya angin kencang disebabkan oleh perbedaan cuaca yang sangat mencolok, maka akan terjadi perbedaan tekanan udara. Dijelaskan oleh Zakir (2013), badai tropis dan angin puyuh atau puting beliung adalah angin kencang, tetapi angin kencang belum tentu dikatakan badai tropis maupun angin puting beliung.

Dijelaskan dalam Dokumen Rencana Penanggulangan Bencana DIY 2013-2017 bahwa, berdasarkan Pengkajian Kerentanan, bencana cuaca ekstrim (angin kencang) di DIY akan berdampak pada 917.128 jiwa yang tinggal dan/atau beraktivitas di kawasan terancam. Untuk Indeks kerusakan lingkungan dari ancaman bencana cuaca ekstrim (angin kencang) di DIY berdasarkan hasil pengkajian risiko bencana terlihat bahwa kerusakan lingkungan sebesar 60.931 Ha. Sedangkan kerugian daerah yang ditimbulkan berdasarkan kajian risiko bencana sebesar 51,42 triliun rupiah (BPBD DIY, 2013).

Jumlah dampak dan kerugian yang masih tergolong tinggi di DIY membuktikan bahwa optimalisasi upaya pencegahan, mitigasi, dan kesiapsiagaan bencana masih diperlukan. Salah satu upaya yang penting dilakukan adalah mengkaji secara mendalam tentang angin kencang dan puting beliung di DIY. Sehingga dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam meminimalisir kerugian yang dapat terjadi akibat bencana angin kencang dan puting beliung.

Telah diketahui jika terdapat variasi data kejadian bencana dan munculnya unsur ketidakpastian dalam memprediksi dampak, waktu, ataupun penyebab terjadinya bencana, maka diperlukan suatu kemampuan untuk menghitung

ketidakpastian dengan tepat. Sehingga dalam proses pengambilan kesimpulan membutuhkan suatu metode agar dalam melakukan optimalisasi upaya pencegahan, mitigasi, dan kesiapsiagaan bencana dapat terbantu. Untuk mewujudkan hal ini, maka dibutuhkan analisis statistika.

Pada penelitian sebelumnya mengenai angin kencang berupa angin puting beliung yang dilakukan oleh Okstrifiani (2013), faktor iklim yang signifikan adalah klasifikasi awan yaitu awan cumulonimbus (Cb), suhu udara, curah hujan, kelembaban udara, tekanan udara, kecepatan angin, dan arah angin. Sedangkan kejadian angin puting beliung dalam penelitian tersebut merupakan variabel dependen. Akan tetapi, tingkat keakuratan model kurang tinggi karena variabel yang diteliti hanya dibatasi pada faktor iklim saja. Dalam penelitian tersebut, peneliti menyarankan sebaiknya menambahkan variabel-variabel lain yang dianggap berpengaruh seperti faktor ketinggian daerah dari permukaan laut untuk penelitian selanjutnya. Dalam penelitian tersebut peneliti menggunakan analisis diskriminan.

Berlandaskan dari saran peneliti sebelumnya yang menyarankan untuk menggunakan variabel ketinggian daerah dari permukaan laut, maka dalam penelitian ini terdapat 8 variabel yang meliputi kejadian angin kencang dan puting beliung yang akan dikelompokkan berdasarkan klasifikasi awan, faktor-faktor cuaca meliputi suhu udara, curah hujan, kelembaban udara, tekanan udara, arah angin, dan kecepatan angin, juga ketinggian daerah dari permukaan laut. Di mana kejadian angin kencang dan puting beliung merupakan variabel dependen (Y) yang bersifat kategorik (nominal atau ordinal, bersifat kualitatif). Variabel Y akan diberi kode 1 (potensi terjadi) jika klasifikasi awan yang muncul adalah awan Cumulus mediocris/ congestus, Cumulus tanpa landasan, Cumulus dan Stratocumulus, serta Cumulonimbus (Cb). Sedangkan, untuk kode 0 (potensi tidak terjadi) jika

klasifikasi awan yang muncul adalah tidak ada awan, awan Cumulus humilis, Stratocumulus 1000-1500 m, Stratocumulus yang tidak terjadi dari bentangan Cumulus, Status 5-100 m, dan Frakto stratus/ Frakto cumulus. Kemudian untuk 6 faktor cuaca dan ketinggian daerah dari permukaan laut yang dianggap berpengaruh pada saat kejadian angin kencang dan puting beliung merupakan variabel independen (X) yang bersifat kontinu. Adanya variabel ketinggian, membuat peneliti membagi proses analisis berdasarkan komponen fisiografi yang menyusun DIY.

Komponen fisiografi yang menyusun DIY terdiri dari 4 (empat) satuan fisiografi yaitu, satuan Pegunungan Selatan (Dataran Tinggi Karst) dengan ketinggian tempat berkisar antara 150-700 meter di atas permukaan laut (mdpl), satuan Gunungapi Merapi dengan ketinggian tempat berkisar antara 80-2.911 mdpl, satuan Dataran Rendah yang membentang antara Pegunungan Selatan dan Pegunungan Kulonprogo pada ketinggian 0-80 mdpl, terakhir adalah Pegunungan Kulonprogo dengan ketinggian hingga 572 mdpl (BAPPEDA DIY, 2013).

Pada penelitian ini, penulis menggunakan analisis regresi logistik (ARL). Menurut Gudono (2014), untuk situasi di mana variabel dependen merupakan variabel kategorik, maka digunakan alternatif analisis diskriminan atau analisis logistik. Dijelaskan oleh Sharma (1996), analisis diskriminan memerlukan beberapa persyaratan tertentu, yaitu variabel-variabel independen yang digunakan sebagai prediktor bersifat kontinu sehingga asumsi distribusi normal multivariat dapat terpenuhi. Bila menggunakan kombinasi variabel independen yang bersifat kontinu dan kategorik, penggunaan analisis diskriminan kurang tepat karena asumsi normal multivariat tidak dapat terpenuhi. Sehingga, analisis regresi logistik merupakan pilihan yang layak. Analisis regresi logistik tepat digunakan dalam pembuatan model dimana variabel dependen bersifat kategorik dan

variabel independen boleh bersifat kontinu ataupun kategorik.

## 1.2. Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Memenuhi saran peneliti sebelumnya yaitu Okstrifiani (2013) dan Murlina (2013) dengan menambahkan variabel ketinggian daerah dari permukaan laut, juga memberikan saran atau masukan metode yang layak digunakan dalam menentukan faktor-faktor yang paling berpengaruh secara signifikan pada kejadian angin kencang dan puting beliung di DIY;
- 2) Menentukan karakteristik kondisi cuaca satu hari sebelum atau pada saat kejadian angin kencang dan puting beliung di DIY;
- 3) Menentukan faktor-faktor yang paling berpengaruh secara signifikan pada kejadian angin kencang dan puting beliung di setiap satuan fisiografi DIY menggunakan analisis regresi logistik;
- 4) Mengetahui model analisis yang memiliki akurasi prediksi tertinggi dalam menjelaskan prediksi terjadi tidaknya potensi angin kencang dan puting beliung menggunakan model regresi logistik.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

#### 1. Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kecamatan yang ada di masing-masing kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki 4 kabupaten dan 1 kota madya, yaitu: Kabupaten Gunungkidul (terdiri dari 18 kecamatan), Kabupaten Kulon Progo (terdiri dari 12 kecamatan), Kabupaten Bantul (terdiri dari 17 kecamatan), Kabupaten Sleman (terdiri dari 17 kecamatan), dan

Kota Yogyakarta (terdiri dari 14 kecamatan).

## 2. Obyek Penelitian

Obyek dalam penelitian ini adalah kejadian angin kencang dan angin puting beliung di DIY yang terjadi di setiap kecamatan yang berada di 4 kabupaten dan 1 kota madya.

## 3. Sumber Data

Sumber data yang digunakan adalah data sekunder yang terdiri dari :

- Data unsur cuaca yang meliputi : klasifikasi awan, suhu udara, curah hujan, kelembaban udara, tekanan udara, arah angin, dan kecepatan angin, dari tahun 2011-2014 (4 tahun). Data yang digunakan adalah data dari masing-masing unsur cuaca setiap jam dan data ini diperoleh dari Kantor Meteorologi Lanud Adisutjipto di DIY;
- Data kejadian angin kencang dan puting beliung tahun 2011-2014 di DIY diperoleh dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) DIY;
- Data ketinggian daerah dari permukaan laut diperoleh dari website atau media online yang menginformasikan ketinggian daerah.

## 2.2. Sampling dan Analisis Sampel

Teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling* (sampling bertujuan). *Purposive sampling* merupakan teknik penarikan sampel yang dilakukan untuk tujuan tertentu saja dan tempat pengambilan sampel sesuai dengan tujuan. Sehingga dalam penelitian ini, peneliti langsung mendatangi ataupun mencari sumber data sesuai tujuan yaitu seperti yang telah dipaparkan pada bagian sumber data. Analisis yang digunakan adalah Analisis deskriptif dan Analisis Regresi Logistik.

Variabel dependen (Y) dalam penelitian ini merupakan variabel yang bersifat kategorik (dikotom atau biner). Pemberian kode nilai variabel adalah

sebagai berikut:

### 0: Potensi tidak terjadi

Bila klasifikasi awan yang muncul adalah tidak ada awan, awan Cumulus humilis, Stratocumulus 1000-1500 m, Stratocumulus yang tidak terjadi dari bentangan Cumulus, Status 5-100 m, dan Frakto stratus/ Frakto cumulus, maka kode yang diberikan 0.

### 1: Potensi terjadi

Bila klasifikasi awan yang muncul adalah awan Cumulus mediocris/ congestus, Cumulus tanpa landasan, Cumulus dan Stratocumulus, serta Cumulonimbus (Cb), maka kode yang diberikan 1.

Sedangkan untuk variabel independen (X) dalam penelitian ini adalah

#### - X1: Suhu udara (°C)

Suhu udara dapat didefinisikan sebagai tingkat panas udara.

#### - X2: Kelembaban udara (%)

Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam udara atau atmosfer.

#### - X3: Tekanan udara (*milibar*)

Tekanan udara pada suatu ketinggian tertentu adalah gaya per satuan luas yang diusahakan oleh udara pada ketinggian tersebut.

#### - X4: Kecepatan angin (*knot*)

Kecepatan udara yang bergerak secara *horizontal* pada ketinggian tertentu di atas permukaan tanah.

#### - X5: Arah angin (°)

Arah dari mana angin berhembus dan dinyatakan dalam derajat, yang diukur searah dengan arah jarum jam atau sesuai dengan titik-titik kompas.

#### - X6: Curah hujan (mm)

Banyaknya curah hujan yang mencapai tanah atau permukaan bumi selama selang waktu tertentu dinyatakan dengan ketebalan atau ketinggian air hujan.

#### - X7: Ketinggian daerah dari permukaan laut

Mdpl adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan ketinggian suatu tempat dari permukaan laut,

dinyatakan dalam meter.

Sebelum melakukan analisis regresi logistik, dilakukan terlebih dahulu analisis statistika deskriptif menggunakan software Microsoft Excel 2007 dan QGIS 2.2.0. Microsoft Excel 2007 digunakan untuk membuat grafik jumlah kejadian bencana angin kencang dan puting beliung yang terjadi setiap bulannya. Juga grafik yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik kejadian angin kencang dan puting beliung dengan tujuan untuk melihat apakah ada pengaruh kondisi cuaca satu hari sebelum (H-1) atau saat kejadian angin kencang dan puting beliung (H). Kemudian, penggunaan software QGIS 2.2.0 yang digunakan untuk membuat peta sederhana dengan tujuan memberikan informasi jumlah kejadian angin kencang dan puting beliung di DIY pada tahun 2011-2014 berdasarkan kecamatan yang berada di 4 kabupaten dan 1 kota.

Terakhir adalah melakukan proses analisis regresi logistik dengan bantuan software SPSS 16 untuk mengetahui faktor-faktor yang paling berpengaruh secara signifikan dalam potensi terjadinya angin kencang dan puting beliung di setiap satuan fisiografi DIY. Sekaligus melihat model analisis yang memiliki akurasi prediksi tertinggi dalam menjelaskan prediksi potensi terjadi tidaknya angin kencang dan angin puting beliung menggunakan metode tersebut. Pemberian kode pada variabel dependen (Y) berdasarkan klasifikasi awan yang muncul di setiap jam-nya pada tanggal kejadian angin kencang dan puting beliung. Kode 1 diberikan saat klasifikasi awan yang muncul adalah awan Cumulus mediocris/ congestus, Cumulus tanpa landasan, Cumulus dan Stratocumulus, serta Cumulonimbus (Cb) yang artinya berpotensi terjadi angin kencang dan puting beliung. Kode 0 diberikan saat klasifikasi awan yang muncul adalah tidak ada awan, awan Cumulus humilis, Stratocumulus 1000-1500 m, Stratocumulus yang tidak terjadi dari bentangan Cumulus, Status 5-100 m, dan Frakto stratus/ Frakto cumulus yang artinya

tidak berpotensi terjadi angin kencang dan puting beliung.

Sari dkk (2013) menjelaskan bahwa, uji khi-kuadrat Pearson digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya multikolinearitas yang mengukur besarnya peningkatan ragam penduga bagi koefisien regresi. Besarnya nilai p yang dihasilkan dari uji khi-kuadrat Pearson dapat mengindikasikan adanya multikolinearitas. Jika nilai  $p > \alpha$ , maka antara peubah penjelas saling bebas (tidak terjadi multikolinearitas). Jika  $H_0$  benar, statistik uji  $\chi^2_{Pearson}$ :

$$\frac{\sum_i \sum_j (n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} \sim \chi^2_{(p)}$$

Jika  $p[|\chi^2| > \chi^2_{Pearson}] < \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak yang menunjukkan bahwa antara peubah penjelas terdapat multikolinieritas yang merupakan suatu masalah, karena akan sulit mengetahui pengaruh masing-masing peubah penjelas terhadap peubah respon.

Hipotesis  $H_0$  yang digunakan adalah antara peubah penjelas saling bebas atau independensi (tidak terjadi multikolinearitas), sedangkan  $H_1$  yang digunakan adalah antara peubah penjelas tidak saling bebas atau dependensi (terjadi multikolinearitas). Bila variabel independen bersifat dependensi akan tetapi nilai korelasinya lemah ( $< 0,5$ ), maka dapat dikatakan bahwa antara variabel independen tidak terjadi multikolinieritas.

*Maximum Likelihood Estimation* (MLE) digunakan untuk pendugaan parameter. Hasil pendugaan parameter diuji secara simultan. Hosmer dan Lemeshow (2000) menyatakan uji rasio log likelihood (G) perlu dilakukan karena uji ini berfungsi untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu model regresi logistik. Statistik uji G adalah:

$$G = -2 \ln \left[ \frac{\text{likelihood model awal}}{\text{likelihood model akhir}} \right] \\ = [-2 \ln (\text{likelihood model awal})] - [-2 \ln (\text{likelihood model akhir})]$$

Model awal adalah model yang hanya mengandung intercept saja

(tanpa melibatkan variabel independen), sedangkan model akhir adalah model regresi dengan memasukkan variabel independen yang ingin diuji signifikansinya. Statistik uji G berdistribusi Chi-square dengan derajat bebas k (k adalah banyaknya variabel independen kategorik dalam model). H0 ditolak jika  $G > \chi^2_{(\alpha, k)}$  atau p-value  $\leq \alpha$ , dengan  $\alpha$  adalah tingkat signifikansi yang dipilih. Bila H0 ditolak, artinya model dengan variabel bebas atau variabel independen tersebut signifikan pada tingkat signifikansi  $\alpha$ .

Kemudian parameter juga diuji secara parsial. Hosmer dan Lemeshow (2000), pengujian koefisien  $\hat{\beta}_i$  secara parsial didasarkan pada pembakuan pada penduga koefisien regresi yang mengikuti sebaran normal baku (Z). Berdasarkan statistik uji Wald sebagai berikut:

$$W = \frac{\hat{\beta}_i}{SE(\hat{\beta}_i)}$$

H<sub>0</sub> ditolak jika p-value  $\leq \alpha$ .

Uji Hosmer dan Lemeshow bertujuan untuk menyesuaikan model dengan data. Adapun caranya yaitu dengan membandingkan frekuensi aktual dan harapan (Hosmer dan Lemeshow, 2000). Bentuk persamaan regresi logistik adalah sebagai berikut:

Menurut Hosmer dan Lemeshow (2000), bentuk spesifik dari model regresi logistik dapat dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$\pi(X) = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p)}}{e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p)} + 1} = \frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}}$$

Jadi, bila  $X_1, X_2, \dots, X_p$  adalah variabel independen dan Y adalah variabel dependen, maka model regresi logistik untuk perhitungan probabilitas masing-masing kondisi adalah sebagai berikut:

$$Y = \begin{cases} 1 & (\text{event}) \\ 0 & (\text{non - event}) \end{cases}$$

Probabilitas terkena *event* jika diketahui prediktor  $x_i$  adalah:

$$P(Y = 1 | X_i = x_i) = \pi(x_i) = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p)}}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p)}} = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p)}}$$

Probabilitas terkena *non-event* jika diketahui prediktor  $x_i$  adalah:

$$P(Y = 0 | X_i = x_i) = 1 - \pi(x_i) = \frac{1}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p)}}$$

Kemudian, model regresi logit berganda yang diperoleh dari transformasi logit dari persamaan logistik tersebut untuk memudahkan interpretasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$g(X) = \ln \left[ \frac{\pi(X)}{1 - \pi(X)} \right] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p$$

dimana:

$\pi(X)$  = Peluang kejadian sukses dengan nilai probabilitas  $0 \leq \pi(X) \leq 1$

$\beta_j$  = Nilai parameter dengan  $j = 1, 2, \dots, p$

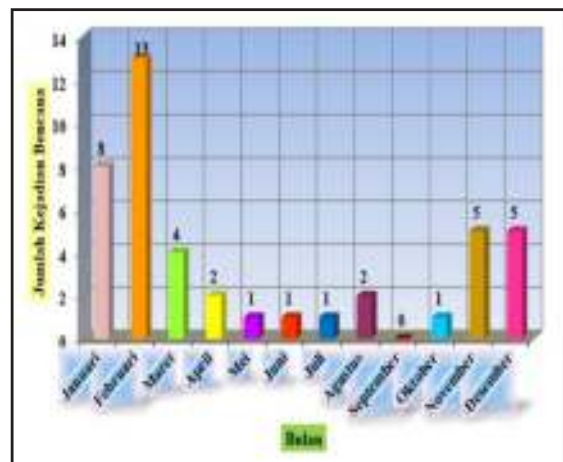
$\beta_0$  = Konstanta

$X_i$  = Variabel independen.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Laporan Penelitian

##### 3.1.1. Analisis Deskriptif



Gambar 1. Grafik Jumlah kejadian Angin Kencang dan Puting Beliung Setiap Bulan di DIY Tahun 2011-2014

Terlihat dari gambar 1 bahwa bulan Februari adalah bulan yang memiliki jumlah kejadian angin kencang dan puting beliung terbanyak dengan jumlah 13 kali kejadian bencana. Dari 13 kali kejadian tersebut, diantaranya 12 kali kejadian angin kencang dan 1 kali kejadian angin puting beliung. Banyaknya jumlah kejadian angin kencang di Bulan Februari kemudian Januari biasanya disebabkan oleh pertemuan angin dari arah utara dan arah selatan yang disebut inter tropical convergence yaitu daerah penumpukan awan. Penumpukan awan disebut awan Cumulonimbus, yang kemudian memicu hujan deras disertai angin kencang. Apabila terdengar suara petir atau hembusan udara dingin di daerah sekitar, kemungkinan akan terjadi puting beliung atau hujan lebat disertai angin kencang. Angin puting beliung biasanya terjadi pada tempat yang vegetasinya kurang seperti penutupan tanah dengan aspal dan sebagainya.

Perlu diperhatikan bahwa hujan deras dengan intensitas tinggi yang berpotensi angin kencang belum tentu membentuk kumparan seperti angin puting beliung. Bila pada musim hujan, akan tetapi jarang hujan dalam waktu yang lama misalkan 5 hari tidak hujan kemudian hujan kembali turun dengan intensitas yang tinggi, maka angin kencang akan menjadi ancaman. Terutama bila sejak pagi-siang cuaca terasa panas kemudian sore hari tiba-tiba hujan. Peralihan musim dari musim hujan ke musim kemarau biasanya ditandai perubahan cuaca mendadak dari semula panas menjadi hujan hingga munculnya angin kencang.

Satu kejadian angin kencang dan puting beliung dapat melanda berbagai daerah, maka dari itu peta jumlah kejadian bencana ini dibuat. Peta yang dibuat menunjukkan jumlah kejadian angin kencang dan puting beliung di setiap kecamatan yang ada di setiap kabupaten di DIY pada tahun 2011-2014. Pemberian tingkat warna merah dari merah tua sampai merah muda pada peta, menunjukkan jumlah kejadian angin kencang dan puting beliung dari jumlah paling banyak hingga paling sedikit bahkan belum pernah terjadi. Berikut ini peta jumlah kejadian angin kencang dan puting beliung di DIY:



Gambar 2. Peta Jumlah Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliung di DIY.

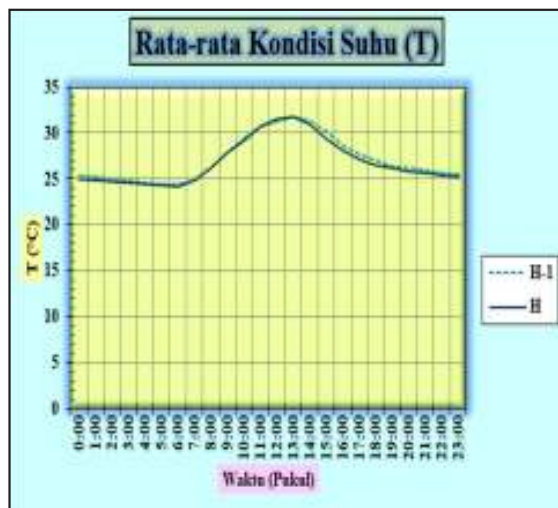
Berdasarkan gambar 2 dapat diketahui Kabupaten yang memiliki jumlah kejadian angin kencang tertinggi adalah Kabupaten Sleman. Jumlah kejadian angin kencang di Kabupaten Sleman adalah 58 kejadian, sedangkan kejadian angin puting beliung terjadi 1 kali selama tahun 2011-2014. Di posisi kedua setelah Kabupaten Sleman adalah Kabupaten Bantul. Jumlah kejadian angin kencang di Kabupaten Bantul adalah 52 kejadian. Selanjutnya adalah Kota Yogyakarta yang memiliki jumlah kejadian angin kencang sebanyak 19 kejadian dan Kabupaten Gunungkidul memiliki jumlah kejadian angin kencang sebanyak 13 kejadian. Terakhir adalah kabupaten yang memiliki jumlah kejadian angin kencang paling sedikit, yaitu Kabupaten Kulon Progo dengan 2 kejadian.

### 3.1.2. Karakteristik Kondisi Cuaca Satu Hari Sebelum atau pada Saat Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliung

Tujuan menentukan karakteristik kondisi cuaca satu hari sebelum atau pada saat kejadian angin kencang dan puting beliung adalah untuk melihat apakah ada pengaruh kondisi cuaca satu hari sebelum atau saat kejadian angin kencang dan puting beliung di DIY. Sehingga, penentuan karakteristiknya didasarkan pada perbandingan rata-rata kondisi unsur cuaca sehari sebelum kejadian (H-1) dengan hari

kejadian angin kencang dan puting beliung (H). Unsur-unsur cuaca tersebut dikelompokkan menjadi dua bagian, dimana bagian pertama adalah unsur cuaca sehari sebelum kejadian (H-1) dan bagian kedua adalah unsur cuaca saat hari kejadian angin kencang dan puting beliung (H). Langkah berikutnya adalah menghitung rata-rata setiap jam-nya (misalkan rata-rata setiap unsur cuaca pada pukul 06:00 pagi dan seterusnya), kemudian dari rata-rata kondisi unsur cuaca setiap jam tersebut di plot dan dihitung nilai tertinggi, terendah, dan standar deviasinya menggunakan Microsoft Excel 2007.

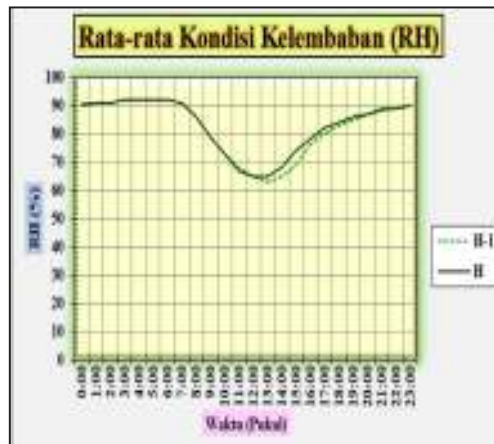
Sehingga, setelah semua unsur cuaca di plot-kan dan dihitung nilai tertinggi, terendah, dan standar deviasi dari rata-rata setiap unsur cuaca, maka diperoleh hasil pada masing-masing kondisi cuaca satu hari sebelum kejadian atau pada saat hari kejadian angin kencang dan puting beliung adalah tidak jauh berbeda. Hal tersebut dikarenakan standar deviasi dari rata-rata kedua hari (H-1 dan H) masih bertemu atau selisih nilainya sedikit. Jadi, masih terdapat kesamaan kondisi unsur cuaca satu hari sebelum kejadian atau pada saat hari kejadian angin kencang dan puting beliung. Berikut ini grafik dan tabel perhitungan kondisi unsur cuaca:



Gambar 3. Grafik Rata-rata Suhu Udara Setiap Jam Pada Saat Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliung.

Tabel 1. Hasil Perhitungan dari Rata-rata Kondisi Suhu Udara

	H-1	H
Suhu Tertinggi	31.7	31.7
Suhu Terendah	24.3	24.2
Standar Deviasi	2.42	2.45



Gambar 4. Grafik Rata-rata Kondisi Kelembaban Udara Setiap Jam pada Saat atau Sebelum Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliung

Tabel 2. Hasil Perhitungan dari Rata-rata Kondisi Kelembaban Udara.

	H-1	H
Kelembaban Tertinggi	92	92
Kelembaban Terendah	65	63
Standar Deviasi	10.17	9.52

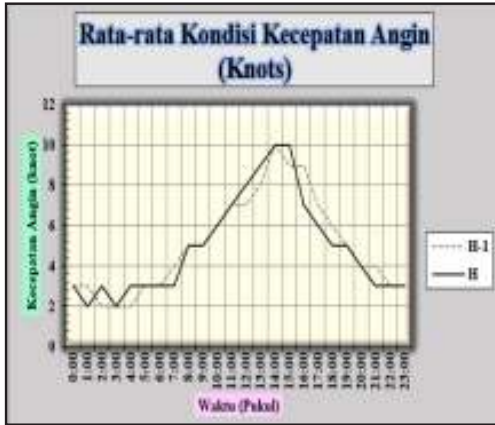


Gambar 5. Grafik Rata-rata Kondisi Curah Hujan Pada Saat atau Sebelum Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliung.



Tabel 3. Hasil Perhitungan dari Rata-rata Kondisi Curah Hujan.

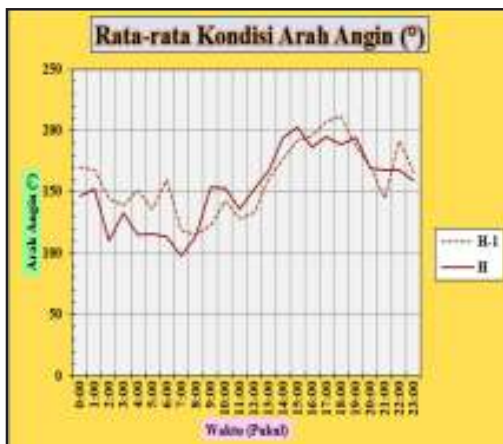
	H-1	H
Curah Hujan Tertinggi	3.9	6.6
Curah Hujan Terendah	0.2	0.1
Standar Deviasi	1.45	2.12



Gambar 6. Grafik Rata-rata Kondisi Kecepatan Angin Setiap Jam pada Saat atau Sebelum Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliuung

Tabel 4. Hasil Perhitungan dari Rata-rata Kondisi Kecepatan Angin.

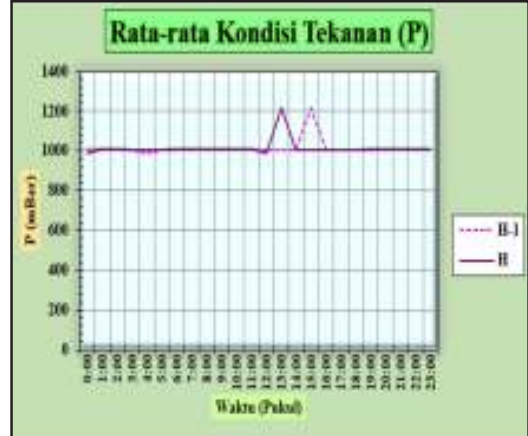
	H-1	H
Kecepatan Angin Tertinggi	10	10
Kecepatan Angin Terendah	2	2
Standar Deviasi	2.43	2.39



Gambar 7. Grafik Rata-rata Kondisi Arah Angin Setiap Jam Pada Saat atau Sebelum Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliuung.

Tabel 5. Hasil Perhitungan dari Rata-rata Kondisi Arah Angin.

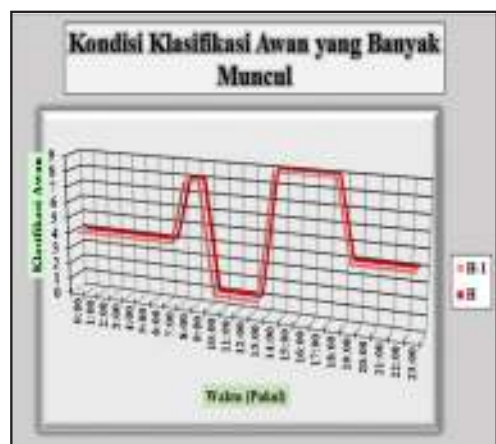
	H-1	H
Arah Angin Tertinggi	212	203
Arah Angin Terendah	115	98
Standar Deviasi	28.19	31.29



Gambar 8. Grafik Rata-rata Tekanan Udara Setiap Jam Pada Saat atau Sebelum Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliuung.

Tabel 6. Hasil Perhitungan dari Rata-rata Kondisi Tekanan Udara.

	H-1	H
Tekanan Tertinggi	1215.3	1216.1
Tekanan Terendah	985.8	985.8
Standar Deviasi	42.91	43.39



Gambar 9. Kondisi Grafik kemunculan Klasifikasi Awan setiap Jam pada Saat dan Sebelum Tanggal Kejadian.

### 3.1.3. Analisis Regresi Logistik

#### 3.1.3.1. Analisis Regresi Logistik Berganda untuk Satuan Pegunungan Selatan (Dataran Tinggi Karst) dengan Ketinggian Berkisar 150-700 mdpl Meliputi Kabupaten Gunungkidul

##### 3.1.3.1.1. Identifikasi Variabel yang Digunakan

Tabel 7. Identifikasi Variabel.

Variabel	Kategori	Kode	Skala
Kejadian angin kencang dan puting beliung (Y)	Potensi Tidak terjadi Terdiri dari klasifikasi awan - Tidak ada awan - <i>Cumulus Humilis</i> - <i>Strato Cumulus</i> 1000-1500m - <i>Strato Cumulus</i> yang tidak terjadi dari bentangan <i>Cumulus</i> - <i>Stratus</i> 5 - 100m - <i>Frakto stratus/ Frakto Cumulus</i>	0	Nominal
	Potensi Terjadi Terdiri dari klasifikasi awan - <i>Cumulus Mediocris/congestus</i> - <i>Cumulus</i> tanpa landasan - <i>Cumulus</i> dan <i>Staro cumulus</i> - <i>Cumulonimbus</i>	1	
Suhu udara ( $X_1$ )	-	-	Internal
Kelembaban udara ( $X_2$ )	-	-	Internal
Tekanan udara ( $X_3$ )	-	-	Internal
Kecepatan angin ( $X_4$ )	-	-	Internal
Arah angin ( $X_5$ )	-	-	Internal
Curah Hujan ( $X_6$ )	-	-	Internal
Ketinggian Daerah ( $X_7$ )	-	-	Internal

##### 3.1.3.1.2. Mengatasi Missing Value

Pada kasus ini, terdapat *missing value* pada variabel ketinggian. Oleh karena itu dilakukan penanganan *missing value* dengan cara memasukkan nilai mean dari masing-masing variabel tersebut pada *cell* yang mengandung *missing value*. Karena nilai mean variabel ketinggian yang digunakan untuk penanganan *missing value* adalah 305 lebih besar dari nilai standard deviasi 33,23721 (atau  $\text{standard deviasi} < \text{mean}$ ) maka, nilai mean

dapat digunakan sebagai representasi dari keseluruhan data.

Tabel 8. *Statistics* untuk Mendeskripsikan Variabel Ketinggian.

N Valid	192
Missing	0
Mean	205,0000
Std. Deviation	33,23721
Minimum	150,00
Maksimum	450,00

##### 3.1.3.1.3. Uji Multikolinieritas

Setelah *missing value* ditangani, maka langkah selanjutnya adalah uji multikolinieritas antara variabel prediktor non-kategorik dengan menggunakan korelasi pearson dan melihat nilai Sig. Diperoleh variabel yang mengandung multikolinieritas adalah  $X_1X_2$ ,  $X_1X_4$ , dan  $X_2X_4$ . Sehingga dalam penelitian ini, peneliti menggunakan salah satu cara mengatasi multikolinieritas adalah dengan mengeluarkan satu atau beberapa variabel independen dengan cara uji *Backward Elimination* (Eliminasi Langkah Mundur). Setelah dilakukan uji *backward elimination*, maka diperoleh variabel yang signifikan yaitu variabel suhu ( $X_1$ ), kelembaban ( $X_2$ ), kecepatan angin ( $X_4$ ), arah angin ( $X_5$ ), dan curah hujan ( $X_6$ ).

##### 3.1.3.1.4. Pembentukan Model Regresi Logit Berganda

###### A. Model Awal

*Output* yang dibahas pertama adalah *Iteration History* Model Awal mengenai -2 Log *likelihood* model awal (variabel independen belum masuk) pada setiap iterasi. Terlihat bahwa, diperoleh -2 Log *likelihood* model awal sebesar 235,246.

Selanjutnya adalah *output* tabel klasifikasi yang menampilkan proporsi konkordinasi atau ketepatan prediksi dari model awal (hanya melibatkan konstanta) yaitu sebesar 69,8%. Artinya konstanta dapat menjelaskan variabel dependen sebesar 69,8%.

Berdasarkan *output* Signifikansi Konstanta Model Awal, diperoleh *p-value* (*Sig.*) sebesar 0,000 dan nilai konstanta -0,837. Karena *Sig.* = 0,000 < 0,05 =  $\alpha$ , maka tolak  $H_0$ . Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa konstanta signifikan masuk model.

## B. Model Akhir

Model ini dibentuk dengan memasukkan variabel yang signifikan setelah melalui uji backward elimination yaitu variabel suhu ( $X_1$ ), kelembaban ( $X_2$ ), kecepatan angin ( $X_4$ ), arah angin ( $X_5$ ), dan curah hujan ( $X_6$ ), sekaligus konstanta. Diperoleh informasi mengenai -2 Log *likelihood* dari model akhir (setelah variabel independen masuk) pada iterasi terakhir (iterasi ke-6) yaitu 173,420. Terlihat mengalami penurunan yang signifikan setelah variabel independen dimasukkan yaitu dari model awal sebesar 235,246 dan pada model akhir sebesar 173,420.

Pada *output Omnibus Test* diperoleh nilai *G* (*Chi-square* = 61,825) dan *p-value* (*Sig.*) yaitu 0,000. Karena *Sig.* = 0,000 < 0,05 =  $\alpha$ , maka  $H_0$  ditolak. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa model layak digunakan.

*Output* berikutnya adalah dari *Summary Model Akhir* yang memberikan informasi koefisien determinasi model. Terlihat bahwa -2 Log *likelihood* model ini adalah 173,420. Terlihat pula nilai *Nagelkerke R Square* = 0,390 yang artinya kelima variabel prediktor (suhu ( $X_1$ ), kelembaban ( $X_2$ ), kecepatan angin ( $X_4$ ), arah angin ( $X_5$ ), dan curah hujan ( $X_6$ )) ini mampu menjelaskan 39% keragaman total dari sampel.

*Output* pada tabel *Hosmer and Lemeshow Model Akhir* adalah *output* yang menyajikan untuk dilakukannya Uji *Hosmer* dan *Lemeshow* yang bertujuan untuk menilai kesesuaian model dengan data empirik berdasarkan perbandingan antara frekuensi aktual dengan frekuensi harapan. Diperoleh nilai *Sig.* = 0,059 karena *Sig.* = 0,059 > 0,05 =  $\alpha$ , maka gagal tolak  $H_0$ . Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa model fit dengan data. Pada *output* Klasifikasi Tabel Model Akhir terlihat nilai ketepatan prediksi untuk model dengan konstanta dan semua variabel prediktor atau

independen meningkat, yaitu 83,3%.

Terakhir adalah *output* Signifikansi Variabel Independen Model akhir :

Tabel 9. Signifikasi Variabel Independen Model Akhir.

*Variables in the Equation*

	B	S.E	Wald	df	Sig.	Exp (B)	95% C.I. for Exp (B)	
							Lower	Upper
Step 1* X1	,948	,242	15,289	1	,000	2,580	1,604	4,150
X2	,226	,061	13,592	1	,000	1,253	1,111	1,413
X4	,171	,048	12,824	1	,000	1,187	1,081	1,303
X5	,006	,002	8,516	1	,004	1,006	1,002	1,011
X6	,235	,235	6,557	1	,010	1,265	1,057	1,515
Constant	-47,504	11,578	16,835	1	,000	,000		

a. Variable (s) entered on step 1: X1, X2, X4, X5, X6

Tabel 10. Pengambilan Kesimpulan Signifikasi Variabel Independen

Prediktor	Sig.	Kesimpulan
Suhu ( $X_1$ )	0,0000	Variabel suhu signifikan masuk model
Kelembaban ( $X_2$ )	0,0000	Variabel Kelembaban signifikan masuk model
Kecepatan angin ( $X_4$ )	0,004	Variabel Kecepatan angin signifikan masuk model
Arah angin ( $X_5$ )	0,004	Variabel arah angin signifikan masuk model
Curah hujan ( $X_6$ )	0,010	Variabel curah hujan signifikan masuk model
Konstanta	0,000	Konstanta signifikan masuk model

Berdasarkan uji signifikan di atas, diperoleh bahwa variabel suhu ( $X_1$ ), kelembaban ( $X_2$ ), kecepatan angin ( $X_4$ ), arah angin ( $X_5$ ), curah hujan ( $X_6$ ), dan konstanta masuk ke dalam model. Sehingga di peroleh model regresi logit berganda sebagai berikut:

$$g(X) = \ln \left[ \frac{\pi(X)}{1 - \pi(X)} \right] \\ = -47,504 + 0,948 (X_1) + 0,226 (X_2) + 0,171 (X_4) + 0,006 (X_5) + 0,235 (X_6)$$

Dari model akhir, diperoleh informasi yang bermanfaat dengan mencari ukuran asosiasi OR dan berikut ini contoh aplikasi pada suhu dan kelembaban:

### a. Suhu Udara (X)

Misalkan ingin dibandingkan risiko sampel suhu udara yang mempunyai tingkat suhu 30,5°C saat terjadi angin kencang dibandingkan dengan kejadian angin kencang

dengan tingkat suhu 26,5°C. Sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$OR \text{ suhu} = e^{(c)bsuhu} = e^{(30,5 - 26,5)(0,948)} = e^{(4)(0,948)} = e^{3,792} = 44,345$$

Artinya kejadian angin kencang dan puting beliung dengan tingkat suhu 30,5°C memiliki risiko termasuk terjadi bencana 44,345 kali lebih besar dibandingkan kejadian bencana dengan suhu 26,5°C. Secara umum dapat diartikan bahwa setiap kenaikan suhu 4°C, maka risiko terjadi angin kencang dan puting beliung meningkat 44,345 kali lipat.

### b. Kelembaban Udara (X<sub>2</sub>)

Misalkan ingin dibandingkan risiko sampel kelembaban udara yang mempunyai tingkat kelembaban 93% saat terjadi angin kencang dibandingkan dengan kejadian angin kencang dengan tingkat kelembaban 82%. Sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$OR \text{ kelembaban} = e^{(c)klembaban} = e^{(93-82)(0,226)} = e^{(10)(0,226)} = 12,013$$

Artinya kejadian angin kencang dan puting beliung dengan tingkat kelembaban 93% memiliki risiko termasuk terjadi bencana 12,013 kali lebih besar dibandingkan kejadian bencana dengan kelembaban 82%. Secara umum dapat diartikan bahwa setiap kenaikan kelembaban 11%, maka risiko terjadi angin kencang dan puting beliung meningkat 12,013 kali lipat.

Berdasarkan model "terbaik" yaitu model akhir, dapat diketahui probabilitas suatu sampel akan berpotensi tidak terjadi atau terjadi angin kencang dengan diketahui suatu prediktor:

1. Probabilitas suatu kejadian angin kencang dan puting beliung akan berpotensi terjadi jika diketahui, tingkat suhu 30,5°C, kelembaban 93%, kecepatan angin 15 knot, arah angin 212,5°, dan curah hujan 5 mm adalah

$$P(Y=1 | X_1=30,5, X_2=93, X_4=15, X_5=212,5, X_6=5) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6)}} = \frac{1}{1 + e^{-(-47,504 + 0,948(30,5) + 0,226(93) + 0,171(15) + 0,006(212,5) + 0,235(5))}} = 0,999$$

Probabilitas suatu kejadian angin

kencang dan puting beliung berpotensi tidak terjadi bencana jika diketahui, tingkat suhu 30,5°C, kelembaban 93%, kecepatan angin 15 knot, arah angin 212,5°, dan curah hujan 5 mm adalah

$$1 - P(Y=1 | X_1=30,5, X_2=93, X_4=15, X_5=212,5, X_6=5) = 1 - 0,999 = 0,001$$

### 3.1.3.1.5. Diagnostic Checking (Pemeriksaan Asumsi) di Akhir (Uji Multikolinieritas)

Suatu variabel X dikatakan memiliki kolineritas tinggi dengan variabel X yang lain jika, memiliki VIF di atas 10 atau TOL di bawah 0,1. Sehingga berikut ini kesimpulannya setelah hasil VIF dan TOL diperoleh menggunakan SPSS 16:

Tabel 11. Pengambilan Kesimpulan Uji Multikolinieritas.

Prediktor	VIF	TOL	Kesimpulan
Suhu (X <sub>1</sub> )	7,956	0,126	No-Multikolinieritas
Kelembaban (X <sub>2</sub> )	8,739	0,114	No-Multikolinieritas
Kecepatan angin (X <sub>4</sub> )	1,517	0,659	No-Multikolinieritas
Arah angin (X <sub>5</sub> )	1,035	0,967	No-Multikolinieritas
Curah hujan (X <sub>6</sub> )	1,084	0,923	No-Multikolinieritas

Pada komponen fisiografi 2 (Satuan Gunung Merapi dengan Ketinggian Berkisar Antara 80-2.911 mdpl meliputi Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Sebagian Kabupaten Bantul), komponen fisiografi 3 (Satuan Dataran Rendah yang Membentang Antara Pegunungan Selatan dan Pegunungan Kulon Progo pada Ketinggian 0-80 mdpl meliputi Kabupaten Kulon Progo sampai Kabupaten Bantul yang Berbatasan dengan Pegunungan Seribu), dan komponen fisiografi 4 (Satuan Pegunungan Kulon Progo dengan Ketinggian Hingga 572 mdpl Terletak di Kabupaten Kulon Progo Bagian Utara), langkah analisis regresi logistik yang dilakukan untuk memperoleh variabel independen yang paling berpengaruh secara signifikan, kemudian diperoleh model regresi logit berganda dan model prediktif adalah sama dengan satuan fisiografi pertama. Berdasarkan hasil dari ke-empat komponen fisiografi, maka dapat dilihat secara ringkas pada tabel berikut ini:

Tabel 12. Faktor-faktor yang Paling Berpengaruh

Fisiografi	Omnibus test	Nagelkerke R Square	Hosmer and Lemeshor Test	Overall Percentage	Variabel yang Signifikan
1	Model layak digunakan ( <i>p-value</i> =0,000)	0,390	Model fit dengan data ( <i>p-value</i> -0,059)	83,3%	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> X <sub>5</sub> X <sub>6</sub>
2	Model layak digunakan ( <i>p-value</i> =0,000)	0,213	Model fit dengan data ( <i>p-value</i> -0,111)	72,3%	X <sub>1</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub> X <sub>6</sub> X <sub>7</sub>
3	Model layak digunakan ( <i>p-value</i> =0,000)	0,190	Model fit dengan data ( <i>p-value</i> -0,231)	73,4%	X <sub>1</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub> X <sub>7</sub>
4	Model layak digunakan ( <i>p-value</i> =0,004)	0,190	Model fit dengan data ( <i>p-value</i> -0,524)	79,2%	X <sub>4</sub>

### 3.2. Artikel Ulasan

Okstrifiani (2013) telah melakukan penelitian mengenai prediksi angin puting beliung menggunakan analisis diskriminan di Kabupaten Toraja Utara. Tujuan dari penelitian tersebut adalah menentukan karakteristik kondisi cuaca satu hari sebelum dan pada saat puting beliung, menentukan faktor-faktor signifikan penentu kejadian puting beliung, dan membuat model prediktif kejadian puting beliung. Penelitian tersebut menggunakan 8 variabel yaitu variabel kejadian puting beliung sebagai variabel terikat, klasifikasi awan, suhu udara, curah hujan, kelembaban udara, tekanan udara, arah angin, dan kecepatan angin sebagai variabel bebas. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan analisis diskriminan, diperoleh faktor iklim yang berpengaruh adalah suhu udara, kelembaban udara, curah hujan, kecepatan angin, tekanan udara, dan klasifikasi awan rendah. Model dalam penelitian tersebut menurut peneliti, memiliki akurasi prediksi dengan nilai Peirce  $0,68 \pm 0,18$  yang kurang tinggi. Hal tersebut mungkin disebabkan karena variabel yang diteliti hanya dibatasi pada faktor iklim saja. Sehingga, dalam penelitian tersebut disarankan untuk penelitian selanjutnya ditambahkan variabel-variabel lain yang

dianggap berpengaruh seperti faktor ketinggian daerah dari permukaan laut.

Murlina (2013) meneliti tentang prediksi puting beliung menggunakan model regresi linier berganda untuk memodelkan kondisi-kondisi meteorologis yang dapat menyebabkan kejadian puting beliung di Kabupaten Maros. Penelitian tersebut menggunakan 8 variabel sama halnya dengan yang dilakukan Okstrifiani (2013). Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan analisis regresi linier berganda, diperoleh faktor cuaca yang signifikan adalah suhu udara, kelembaban udara, curah hujan, kecepatan angin, tekanan udara, dan klasifikasi awan rendah. Model dalam penelitian tersebut menurut peneliti, memiliki akurasi model prediksi dengan nilai Peirce  $0,93 \pm 0,07$  yang tinggi. Tingginya akurasi model menunjukkan bahwa model ini layak dijadikan sebagai sistem peringatan dini akan munculnya puting beliung. Berdasarkan penelitian sebelumnya, yang membuat penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya adalah pada metodenya. Secara teori yang dijelaskan oleh Sharma (1996), analisis diskriminan memerlukan beberapa persyaratan tertentu, yaitu variabel-variabel independen (X) yang digunakan sebagai prediktor bersifat kontinu sehingga asumsi distribusi normal multivariat dapat terpenuhi. Bila menggunakan kombinasi variabel independen yang bersifat kontinu dan kategorik, penggunaan analisis diskriminan kurang tepat karena asumsi normal multivariat tidak dapat terpenuhi. Sehingga, analisis regresi logistik merupakan pilihan yang layak. Analisis regresi logistik tepat digunakan dalam pembuatan model di mana variabel dependen bersifat kategorik dan variabel independen boleh bersifat kontinu ataupun kategorik. Perlu diketahui juga bahwa, ketika variabel dependen (Y) bersifat kategorik maka, analisis regresi linear berganda tidak layak untuk digunakan.

Dalam penelitian ini, juga ditambahkan variabel ketinggian daerah dari permukaan laut sesuai saran peneliti sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan terdapat kesamaan kondisi tiap unsur cuaca sehari sebelum atau saat kejadian angin kencang dan puting beliung. Terakhir diperoleh faktor yang paling

berpengaruh terhadap kejadian bencana tersebut, yaitu fisiografi 1 meliputi faktor suhu, kelembaban, kecepatan angin, arah angin, dan curah hujan dengan ketepatan prediksi 83,3%. Fisiografi 2 adalah faktor suhu, kecepatan angin, arah angin, curah hujan, dan ketinggian dengan ketepatan prediksi 72,3%. Fisiografi 3 adalah faktor suhu, kecepatan angin, arah angin, dan ketinggian dengan ketepatan prediksi 73,4%. Terakhir fisiografi 4 adalah faktor kecepatan angin dengan ketepatan prediksi 79,2%.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

#### 4.1.1. Karakteristik Kondisi Cuaca Satu Hari Sebelum atau pada Saat Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliung

Karakteristik kondisi cuaca berdasarkan data unsur-unsur cuaca yang diperoleh dari Kantor Meteorologi Lanud Adisutjipto pada kasus angin kencang dan puting beliung yang terjadi di DIY menunjukkan bahwa:

1. Memiliki suhu udara yang hampir sama pada saat satu hari sebelum atau pada saat kejadian, akan tetapi pada pukul 15:00, 16:00, 17:00 wib suhu udara satu hari sebelum kejadian lebih tinggi dibandingkan pada saat kejadian;
2. Kelembaban udara pada pukul 13:00-19:00 wib saat kejadian lebih tinggi daripada sehari sebelum kejadian. Sedangkan pada waktu lainnya, kelembaban udara hampir sama;
3. Tekanan udara cenderung akan lebih tinggi di waktu pagi dan malam hari baik sehari sebelum ataupun pada hari kejadian;
4. Intensitas Curah hujan lebih banyak pada hari kejadian dibandingkan satu hari sebelumnya;
5. Kecepatan angin cenderung hampir sama pada saat atau sebelum kejadian;
6. Arah angin cenderung hampir sama pada saat atau sebelum kejadian;
7. Jenis awan yang selalu muncul baik pada hari kejadian atau sehari sebelum

kejadian cenderung sama.

Secara keseluruhan kondisi cuaca sehari sebelum (H-1) atau saat kejadian angin kencang dan puting beliung (H) tidak jauh berbeda (cenderung sama). Sehingga hal ini menunjukkan, bahwa masih terdapat kesamaan kondisi tiap unsur cuaca sehari sebelum atau saat kejadian angin kencang dan puting beliung.

#### 4.1.2. Faktor-faktor yang Paling Berpengaruh Secara Signifikan pada Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliung di Setiap Komponen Satuan Fisiografi DIY

Variabel prediktor atau independen yang paling berpengaruh secara signifikan disetiap komponen fisiografi DIY adalah:

1. Pada satuan fisiografi 1 dengan ketinggian daerah berkisar antara 150-700 mdpl adalah variabel suhu, variabel kelembaban, kecepatan angin, arah angin, dan variabel curah hujan dengan ketepatan prediksi 83,3%;
2. Pada satuan fisiografi 2 dengan ketinggian daerah berkisar antara 80-2.911 mdpl adalah variabel suhu, kecepatan angin, arah angin, curah hujan, dan ketinggian daerah dari permukaan laut dengan ketepatan prediksi 72,3%;
3. Pada satuan fisiografi 3 dengan ketinggian daerah berkisar antara 0-80 mdpl adalah variabel suhu, kecepatan angin, arah angin, dan ketinggian daerah dari permukaan laut dengan ketepatan prediksi 73,1%;
4. Pada satuan fisiografi 4 dengan ketinggian daerah hingga 572 mdpl adalah variabel kecepatan angin dengan ketepatan prediksi 79,2%.

#### 4.1.3. Model Prediktif yang Dihasilkan dari Analisis Regresi Logistik dalam Kejadian Angin Kencang dan Puting Beliung

Model prediksi dapat memberikan

informasi yang bermanfaat mengenai probabilitas suatu sampel akan tidak terjadi ( $Y=0$ ) atau terjadi angin kencang dan puting beliung ( $Y=1$ ) dengan diketahuinya nilai suatu variabel prediktor ( $x_i$ ). Berikut adalah model prediksi yang terbentuk disetiap komponen fisiografi DIY:

#### 1. Satuan Fisiografi 1

$$P(Y=1|X_1 = x_1) = \pi(x_1) = \frac{1}{1 + e^{-(47,504 + 0,948(X_1) + 0,226(X_2) + 0,171(X_3) + 0,006(X_4) + 0,235(X_5))}}$$

$$P(Y=0|X_1 = x_1) = 1 - \pi(x_1)$$

#### 2. Satuan Fisiografi 2

$$P(Y=1|X_1 = x_1) = \pi(x_1) = \frac{1}{1 + e^{-(6,234 + 0,122(X_1) + 0,094(X_2) + 0,003(X_3) + 0,260(X_4) + 0,003(X_5))}}$$

$$P(Y=0|X_1 = x_1) = 1 - \pi(x_1)$$

#### 3. Satuan Fisiografi 3

$$P(Y=1|X_1 = x_1) = \pi(x_1) = \frac{1}{1 + e^{-(8,640 + 0,138(X_1) + 0,086(X_2) + 0,004(X_3) + 0,052(X_4))}}$$

$$P(Y=0|X_1 = x_1) = 1 - \pi(x_1)$$

#### 4. Satuan Fisiografi 4

$$P(Y=1|X_1 = x_1) = \pi(x_1) = \frac{1}{1 + e^{-(1,716 + 0,119(X_1))}}$$

$$P(Y=0|X_1 = x_1) = 1 - \pi(x_1)$$

dimana:

$X_1$  : variabel suhu ( $^{\circ}C$ )

$X_2$  : variabel kelembaban (%)

$X_4$  : variabel kecepatan angin (knots)

$X_5$  : variabel arah angin ( $^{\circ}$ )

$X_6$  : variabel curah hujan (mm)

$X_7$  : variabel ketinggian daerah dari permukaan laut (mdpl)

### 4.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka dapat dikemukakan saran antara lain:

1. Tindak lanjut yang dapat dilakukan

setelah dilakukan penelitian ini adalah agar data unsur cuaca lebih akurat, maka bagi pemerintah diperlukannya teknologi untuk deteksi dini potensi bencana angin kencang dan puting beliung misalnya dengan membangun stasiun meteorologi di setiap kabupaten yang ada di DIY sehingga cakupan keterwakilan daerah terhadap data unsur cuaca lebih akurat;

2. Sebaiknya data kejadian angin kencang dan puting beliung terdapat waktu kejadian (jam) sehingga dalam pengklasifikasian potensi terjadi ataupun tidaknya kejadian bencana ini lebih baik.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Allah SWT dan kedua orang tua penulis. Kepada bapak Edi Widodo, S.Si, M.Si, atas bimbingan yang telah diberikan. BPBD DIY yang telah memberikan kesempatan peneliti untuk mendapatkan data dan terimakasih atas ilmunya. Kantor Meteo Lanud Adisutjipto, terutama Kapten Husen yang telah memberikan ilmu mengenai meteorologi dan data unsur cuaca yang peneliti butuhkan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Istimewa Yogyakarta. 2013. Rencana Penanggulangan Bencana Daerah Istimewa Yogyakarta 2013-2014. Yogyakarta: BPBD DIY.
- BAPPENAS DIY. 2013. Profil Pembangunan DI. Yogyakarta. Yogyakarta: BAPPENAS DIY.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2010. Peraturan Kepala Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Nomor 009 Tahun 2010 Tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrim.
- Djamaluddin, T. 2012. Memahami Badai Tropis, Angin Kencang, dan Puting Beliung. Diakses dari <https://tdjamaluddin.wordpress.com/2012/01/31/memahami-badai-tropis-angin-kencang-dan-puting->

- beliung/ pada tanggal 10 November pukul 16.39 wib.
- Gudono. 2014. Analisis Data Multivariat. Yogyakarta: BPFE.
- Hosmer, David W. dan S. Lemeshow. 2000. Applied Logistic Regression Second Edition. Kanada: John Wiley dan Sons, Inc.
- Okstrifiani, N. 2013. Prediksi Puting Beliung di Kabupaten Toraja Utara. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Ruslan, H. 2013. Potensi Angin Kencang Meluas, Warga Yogyakarta Waspada. Republika Online. Diakses dari <http://www.republika.co.id/berita/nasional/jawa-tengah-diy-nasional/13/03/11/mji-15f-potensi-angin-kencang-meluas-warga-yogyakarta-waspada> pada tanggal 10 November 2014 pukul 14:19 wib.
- Sharma, S. 1996. Applied Multivariate Techniques. Kanada: John Wiley dan Sons, Inc.
- Zakir, A. 2013. Pengertian Dasar Angin Kencang, Badai Tropis, dan Palung Tekanan Rendah. Artikel. Jakarta: Bidang Informasi Meteorologi Publik Badan Meteorologi dan Geofisika.