

PERAMALAN JUMLAH TITIK API PADA LAHAN GAMBUT KALIMANTAN MENGGUNAKAN MODEL *ZERO-INFLATED POISSON REGRESSION*

Muhammad Alkaff¹, Andry Fajar Zulkarnain², Nurul Fathanah Mustamin³,
Nandang Eko Yulianto⁴

Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat^{1,2,3,4}

Email: m.alkaff@ulm.ac.id¹, andry.zulkarnain@ulm.ac.id², nurul.mustamin@ulm.ac.id³,
nandangekoyulianto@gmail.com⁴

ABSTRAK

Kebakaran hutan merupakan permasalahan global yang sering terjadi di Indonesia terutama pada musim kemarau. Salah satu indikasi dari kebakaran hutan adalah terjadinya titik api (*hotspot*). Pemantauan titik api merupakan salah satu upaya melakukan peringatan dini terhadap bahaya terjadinya kebakaran hutan. Kemunculan beberapa titik api di suatu area adalah salah satu indikasi akan kejadian kebakaran hutan. Pulau Kalimantan sebagai pulau yang mayoritas lahannya terdiri dari lahan gambut merupakan wilayah yang rawan akan titik api. Musim kemarau yang panas karena sinar matahari ditambah dengan minimnya curah hujan dapat mengakibatkan lahan gambut menjadi wilayah yang rawan kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah titik api pada lahan gambut dengan memperhitungkan faktor iklim yaitu paparan sinar matahari dan curah hujan menggunakan model *Zero-Inflated Poisson Regression*. Penelitian ini dilakukan pada empat area persegi (Area-1, Area-2, Area-3, Area-4) dengan Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut sebagai titik tengahnya. Penelitian ini menggunakan data pemantauan titik api dari Satelit *Terra* yang dimiliki oleh NASA (*The National Aeronautics and Space Administration*) serta data iklim berupa data paparan sinar matahari dan curah hujan dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Zero-Inflated Poisson Regression* dapat memodelkan empat area yang diamati dengan cukup baik dengan RMSE sebesar 12.69 pada Area-1, pada Area-2 mendapatkan nilai RMSE senilai 10.05, Area-3 dengan RMSE sebesar 11.53 dan Area-4 mendapatkan RMSE senilai 16.40.

Kata Kunci: Iklim, Kebakaran Hutan, Lahan Gambut, Titik Api, *Zero-Inflated Poisson Regression*

ABSTRACT

Forest fires are a global problem that often occurs in Indonesia, especially during the dry season. One indication of forest fires is the occurrence of hotspots. Monitoring of hotspots is part of the effort to make early warnings of the dangers of forest fires. The island of Kalimantan is an island where most of the land consists of peatlands and is prone to hotspots. The hot, dry season due to sunlight and the lack of rainfall can make peatlands a fire-prone area. This study uses the *Zero-Inflated Poisson Regression* model to predict the number of hotspots on peatlands by considering climatic factors, namely sun exposure and rainfall. This research was conducted in four square areas (Area-1, Area-2, Area-3, Area-4) with the Tjilik Riwut Meteorological Station as the center point. The study uses hotspot monitoring data from the Terra Satellite owned by NASA (*the National Aeronautics and Space Administration*) and climate data in the form of data on sun exposure and rainfall from the BMKG (*Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency*). The results show that the *Zero-Inflated Poisson Regression* model can model the four observed areas quite well with an RMSE of 12.69 in

Area-1, Area-2 with an RMSE value of 10.05, RMSE of 11.53 in Area-3, and finally Area-4 with an RMSE value of 16.40.

Keywords: *Climate, Forest Fire, Hotspots, Peatlands, Zero-Inflated Poisson Regression*

1. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan di Indonesia pada masa sekarang ini dapat dianggap sebagai bahaya regional dan global. Hal ini dikarenakan, kebakaran hutan yang terjadi di Indonesia memiliki pengaruh besar kepada terhadap negara tetangga, seperti kabut asap serta emisi CO² ke atmosfer yang berdampak terhadap pemanasan global (*global warming*). Kebakaran hutan dan lahan di Indonesia umumnya terjadi di pulau Sumatera dan pulau Kalimantan, dimana kedua pulau tersebut merupakan wilayah yang didominasi oleh lahan basah terutama lahan gambut yang mudah terbakar. Kandungan bahan organik yang tinggi, sifat berpori, dan konduktivitas vertikal yang rendah, menjadi penyebab lahan gambut menjadi sangat mudah terbakar. Kebakaran pada lahan gambut akan sangat sulit dipadamkan karena akan menyebar ke bawah permukaan tanah. Bara api yang tampak padam masih dapat menemukan jalannya di bawah permukaan tanah kemudian menyebabkan titik api baru (Adinugroho et al., 2005).

Terdapat sedikitnya dua faktor utama yang menjadi penyebab terjadinya kebakaran hutan yaitu faktor alam dan aktivitas manusia. Faktor alam yang menyebabkan kebakaran hutan yaitu musim kemarau dengan panas matahari berkepanjangan dan curah hujan yang minim dapat menyebabkan munculnya titik api pada lahan gambut sehingga memicu terjadinya kebakaran hutan. Sedangkan faktor manusia yang memicu terbakarnya suatu hutan dan lahan yaitu seperti halnya aktivitas pembukaan lahan yang tidak terkendali dan biasanya dilakukan oleh perusahaan Hutan Tanaman Industri (HTI) dan petani yang sering berpindah pindah guna mencari lahan baru. Selain itu, terdapat juga aktivitas pembuatan api

unggun di dalam hutan yang biasa dilakukan oleh para pencinta alam atau pramuka yang tidak memadamkan bekas bara api ungun tersebut (Rasyid, 2014).

Pemerintah Indonesia telah berusaha melindungi dan mencegah terjadinya kebakaran hutan dan lahan, termasuk pengembangan perangkat hukum yang efektif (melalui Undang-Undang, PP, SK Menteri sampai Dirjen), namun belum memberikan hasil yang optimal (Rasyid, 2014), namun upaya pemerintah saat ini masih cenderung reaktif atau lebih kepada penanganan kebakaran hutan dan lahan pasca kejadian. Salah satu usaha yang dapat dilakukan yaitu pengamatan pada titik api melalui satelit. Pengamatan pada titik api ini dilakukan oleh National Aeronautics and Space Administration (NASA) menggunakan satelit *Terra*. Melalui satelit ini dapat diketahui dimana lokasi munculnya titik api yang terdeteksi secara langsung. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) mengadopsi layanan satelit dari NASA ini dengan melakukan pemantauan titik api di seluruh wilayah Indonesia dengan tujuan untuk merespon apabila munculnya titik api pada lahan dan hutan yang menyebabkan kebakaran, sebelum kebakaran tersebut menyebar dan sulit untuk diatasi atau dipadamkan.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan kajian solusi dalam mengatasi kebakaran hutan dan lahan, salah satunya penelitian yang dilakukan dengan tujuan memvalidasi informasi *hotspot* di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) sebagai alat pemantauan kebakaran hutan/ lahan di Indonesia, Hasil penelitian menunjukkan dari 453 titik kebakaran diperoleh akurasi sebesar 42.8%, dan *commission error* 8.8%, dengan *comission error* yang lebih besar yaitu

52.4%. Hampir semua kebakaran yang diperoleh dari Kemenhut merupakan jenis kebakaran kecil (<100 ha). Hal ini dapat saja memicu besarnya *comission error*, dimana kebakaran tidak dapat dideteksi dengan baik oleh *hotspot* (Zubaidah et al., 2014a).

Terdapat juga penelitian yang bertujuan untuk memprediksi titik api. Contohnya penelitian yang dilakukan di daerah Kuburaya dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan. Penelitian ini bertujuan untuk menggunakan data deret waktu guna memprediksi jumlah titik api yang pada bulan berikutnya dengan tingkat akurasi 71.50% (Zubaidah et al., 2014a). Prediksi titik api dengan menggunakan data deret waktu juga pernah dilakukan pada pulau Kalimantan untuk mengetahui kolerasi jumlah kejadian titik api yang terjadi dengan jumlah kejadian titik api pada waktu sebelumnya. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa model *Seasonal ARIMA*(1,0,1)×(1,0,1,12) menghasilkan nilai RMSE sebesar 5.85. Namun, pada penelitian ini *Seasonal ARIMA* mengalami kesulitan dalam memprediksi lonjakan kejadian titik api, hal ini dikarenakan terdapat banyak nilai 0 (nol) pada data sehingga menyulitkan dalam pengolahan data serta perancangan model yang berbasis pada deret waktu (Alkaff & Yulianto, 2019).

Metode yang umum digunakan untuk menangani data dengan banyak nilai 0 adalah metode *Zero-Inflated Poisson Regression* (ZIP). Terdapat penelitian yang dilakukan untuk memprediksi jumlah kematian akibat penyakit Difteri di Provinsi Jawa Timur dengan membandingkan model Regresi Binomial Negatif dan *Zero-Inflated Poisson Regression* pada data yang banyak memiliki nilai 0. Pertama dilakukan identifikasi overdispersi serta *excess zero* (nilai nol berlebih) dan kemudian dilakukan pengujian model dengan menggunakan software R. Penelitian ini membandingkan nilai *log-likelihood* dari model yang didapatkan untuk mendapatkan model

terbaik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model terbaik diperoleh model *Zero-Inflated Poisson Regression* dengan nilai *log-likelihood* sebesar -29,29 (Fitriyah et al., 2014). Berdasarkan permasalahan sebelumnya serta beberapa penelitian terkait yang telah disebutkan, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan kejadian jumlah titik api pada lahan gambut Kalimantan dengan menggunakan model *Zero-Inflated Poisson Regression* dengan menggunakan data iklim yaitu sinar matahari dan curah hujan bulan sebelumnya.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Titik Api

Titik api merupakan suatu area yang memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan dengan sekitarnya yang dapat deteksi oleh satelit. Area tersebut direpresentasikan dalam suatu titik yang memiliki koordinat tertentu. Namun secara ilmiah, masih banyak kesalahan-kesalahan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasi titik api. Kesalahan-kesalahan yang sering dianggap benar dalam menginterpretasikan titik api antara lain yaitu Koordinat titik api yang merupakan lokasi kejadian kebakaran hutan atau lahan, Jumlah titik api bukan merupakan jumlah kejadian kebakaran lahan/hutan di lapangan, Satelit *Terra* lebih baik dari *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Ini yang diperdebatkan dalam masyarakat yang memantau titik api. Padahal jika semua satelit digunakan, maka kita akan mendapatkan informasi titik api yang lebih baik.

2.2. Lahan Gambut

Lahan gambut merupakan sebidang lahan atau wilayah dengan jenis tanah yang mengandung bahan organik yang terbentuk dari timbunan hasil dekomposisi sisa tumbuhan yang mengalami pembusukan secara alami karena kondisi lingkungan yang miskin hara dan jenuh air. Material organik tersebut terus menumpuk dalam

waktu lama sehingga membentuk lapisan-lapisan dengan ketebalan lebih dari 50 cm. Jenis tanah gambut banyak dijumpai di daerah-daerah jenuh air seperti rawa, cekungan, atau daerah pantai. Secara umum tanah gambut memiliki unsur hara dan tingkat kejenuhan basa (KB) yang rendah sedangkan kadar keasamannya (pH) tinggi. Indonesia memiliki lahan gambut yang tersebar luas di Kalimantan, Sumatera dan Papua yang memiliki ketebalan hingga 12 meter.

2.3. Model Regresi Zero-Inflated Poisson

Regresi *Poisson* merupakan suatu metode statistika yang digunakan untuk melakukan analisis pada data diskrit (*count data*) yang menyatakan banyaknya suatu kejadian pada selang waktu tertentu. Suatu ciri dari distribusi *Poisson* adalah adanya *equidispersi*, yakni keadaan dimana nilai mean dan varians dari variabel respon bernilai sama. Namun pada prakteknya, kadang-kadang ditemukan suatu keadaan yang disebut *overdispersi*, yakni keadaan dimana nilai varians lebih besar dari nilai meannya. Salah satu penyebab terjadinya *overdispersi* adalah adanya terlalu banyak nilai nol (*excess zero*) pada variabel respon. Apabila data yang bernilai nol dijumpai pada data jenis *count* dan proporsinya besar (*zero inflation*), maka disarankan menggunakan model regresi *Zero-Inflated Poisson (ZIP)* (Lambert, 1992). Jika Y_i merupakan variabel acak tak bebas yang berdistribusi *Zero-Inflated Poisson*, maka penelitian dapat dikembangkan dalam dua langkah, yaitu (Fitriyah et al., 2014):

$$Y_i \sim \left\{ \begin{matrix} 0 \\ \text{Poisson}(\lambda_i) \end{matrix} \right\} \quad (1)$$

Dengan mean dan varian adalah sebagai berikut (Fitriyah et al., 2014):

$$E(Y_i) = (1 - \omega)\lambda_i = \mu_i \text{ dan } \text{var}(Y_i) = \mu_i + \left(\frac{\omega}{1-\omega}\right)\mu_i^2 \quad (2)$$

Jika Y_i merupakan variabel acak independen yang berdistribusi ZIP, nilai nol pada observasi diduga muncul dalam dua acara yang sesuai untuk keadaan (*state*) yang terpisah. Keadaan pertama disebut *zero-state* terjadi dengan probabilitas ω dan menghasilkan hanya observasi bernilai nol, sementara keadaan kedua disebut *Poisson state* terjadi dengan probabilitas $(1 - \omega)$. Sehingga model regresi *Zero-Inflated Poisson* didefinisikan sebagai berikut (Fitriyah et al., 2014):

$$P(Y_i = y_i = \left\{ \begin{matrix} \omega + (1-\omega)e^{-\lambda} \text{ untuk } Y_i=0 \\ (1-\omega)\frac{e^{-\lambda}\lambda^{y_i}}{y_i!} \text{ untuk } Y_i=1,2,\dots,n \end{matrix} \right\} \quad (3)$$

Yang dinotasikan dengan $Y_i \sim \text{ZIP}(\lambda, \omega)$, dan untuk memodelkan ω umumnya digunakan model logit, yaitu (Fitriyah et al., 2014):

$$\omega = \frac{\exp(Z_i^T \lambda)}{1 + \exp(Z_i^T \lambda)} \quad (4)$$

Untuk menerapkan model *Zero-Inflated Poisson* dalam model yang lebih praktis (Fitriyah et al., 2014),

$$\log(\lambda) = x_i^T \beta \text{ dan } \text{logit}(\omega) = \log\left(\frac{\omega}{1-\omega}\right) = x_i^T Y \quad (5)$$

Dimana x merupakan matriks kovarian sedangkan β dan Y adalah matriks berukuran $(p+1) \times 1$ dan $(q+1) \times 1$ dari parameter yang tidak diketahui atau yang akan ditaksir.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Pengumpulan Data

Pada tahap penelitian ini data yang digunakan yaitu data dan informasi yang lengkap sebagai materi pendukung untuk sistem yang akan dibuat. Data yang akan dibuat untuk penelitian ini adalah data pemantauan titik api yang didapatkan dari National Aeronautics and Space (NASA)

menggunakan Satelit *Terra*. Data historis titik api yang terdeteksi dari satelit *Terra* berisi penjelasan yang berkaitan dengan kebakaran, termasuk lokasi tempat terjadinya kebakaran hutan dan lahan, tanggal dan waktu terbakarnya hutan atau lahan, tingkat keyakinan terjadinya kebakaran atau keyakinan dalam prediksi yang dilakukan oleh satelit *Terra*.

3.2. Analisis Data dan Sistem

Analisa sistem dilakukan untuk menentukan jumlah titik api yang diamati pada lahan gambut di pulau Kalimantan, Data titik api diambil dari wilayah yang ada di sekitar Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut dimana titik merah yang ada di bagian tengah pada Gambar 1 merupakan titik lokasi stasiun meteorologi tersebut. Wilayah tersebut kemudian dibagi menjadi 4 area seluas 100 km² yang terletak di lahan yang mayoritas berupa lahan gambut seperti dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Lokasi Pengamatan Jumlah Titik Api

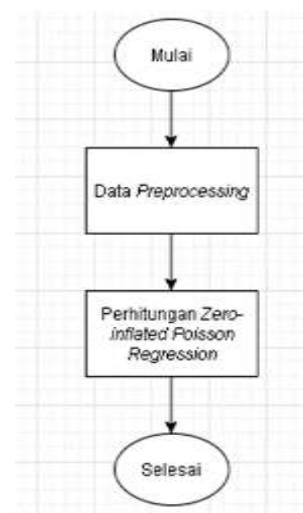
Gambar 1 diatas menampilkan tempat pemantauan titik api dimana penelitian ini akan dilakukan, yang mana wilayah tersebut dibagi menjadi empat bagian yang menunjukkan area of interest dimana data tersebut akan diambil. Masing-masing kotak diberikan nama dimulai dari kotak kiri atas searah jarum jam yaitu Area-1, Area-2, Area-3, dan Area-4.

Data titik api yang terdeteksi pada masing-masing area pada kurun waktu satu bulan akan ditambahkan sehingga menjadi

sekumpulan data dengan jumlah titik api per bulan yang terdapat di lokasi area di setiap kotak. Kemudian kumpulan data perbulan tersebut akan dimodelkan dengan memasukkan dua variabel iklim yang dianggap sangat mempengaruhi terjadinya titik api di suatu wilayah yaitu curah hujan dan sinar matahari. Data iklim ini didapatkan dari situs resmi BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) berupa data harian yang dikompilasi menjadi data bulanan sehingga memiliki rentang waktu yang sama dengan data jumlah titik api. Selanjutnya, data-data tersebut akan dimodelkan dengan menggunakan *Zero-Inflated Poisson Regression* guna memprediksikan jumlah titik api perbulan dalam waktu 1 tahun yang akan datang.

3.3. Perancangan Sistem

Sistem yang akan dibuat yaitu prediksi jumlah titik api pada lahan gambut berdasarkan data deret waktu dengan menggunakan model *Zero-Inflated Poisson Regression*. Dalam proses pada alur sistem metode *Zero-Inflated Poisson Regression* dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Alur Sistem Model *Zero-Inflated Poisson Regression*

3.4. Implementasi

Dalam bagian implementasi berisikan hasil analisis yang dibuat untuk mengetahui

hasil dari prediksi jumlah titik api dimana data yang bernilai nol banyak di temukan pada hitungan data dan jumlahnya banyak (*zero inflation*), Sehingga akan digunakan model regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP) (Putu et al., 2016), selanjutnya digunakan RMSE sebagai pengukur tingkat kesalahan hasil prediksi, Dimana semakin kecil nilai RMSE maka hasil prediksi semakin akurat (Yogi, 2014) (Vema Aisyah Rahma, 2019).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Pada tahap ini membahas tentang hasil penelitian yang sudah dibuat dengan waktu penelitian yang telah diperkirakan sebelumnya dan akan dibahas tentang langkah-langkah dalam pengolahan data hingga mendapatkan hasil penelitian. Adapun yang dilakukan didalam penelitian ini diantaranya yaitu:

a) Pengambilan Data

Untuk lebih dapat memvalidasi kinerja dari model yang akan dibangun, data jumlah titik api diambil di setiap wilayah berbentuk persegi yang melingkupi titik tengah dari *area of interest* yang berupa Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut. Masing-masing area persegi tersebut berukuran 100 km². Selanjutnya akan diambil data dari lokasi kejadian yang terjadi hanya di masing-masing area tersebut (Zubaidah et al., 2014b) (Dzikrulloh, 2012).

Untuk data iklim curah hujan dan sinar matahari didapatkan dari situs resmi BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) dengan mengunduh data tersebut. Untuk contoh data pada bulan Juli 2017 dilihat pada tabel 1 berikut (Wibowo, 2009):

Tabel 1. Data Harian Curah Hujan dan Sinar Matahari

Tanggal	Curah Hujan	Sinar Matahari
01-02-2017	2,4	
02-02-2017	1,8	
03-02-2017	12,7	0

04-02-2017		2
05-02-2017		2,4
...
...
...
24-02-2017		3.7
25-02-2017	33	5.5
26-02-2017		1
27-02-2017		2
28-02-2017	4.8	4.8

Pada tabel diatas terlihat masih terdapat baris data yang tidak memiliki nilai atau kosong. Data-data yang tidak memiliki nilai tersebut akan diproses pada bagian pengolahan data pada tahapan selanjutnya.

b) Pengolahan Data

Data sebaran historis titik api diambil dari pengamatan oleh Satelit *Terra* mulai dari tahun 2001 hingga tahun 2018. Dari data Satelit *Terra* tersebut kemudian dilakukan proses pengolahan data dengan mengelompokkan data historis kejadian titik api yang terdeteksi dalam periode satu bulan akan ditambahkan sehingga menjadi sekumpulan data jumlah titik api perbulan yang ada pada *area of interest* berupa area kotak yang sudah ditentukan yaitu pada kotak1, kotak2, kotak3, dan kotak4.

Untuk data curah hujan dan sinar matahari, yang pertama dilakukan adalah mengolah data yang kosong atau tidak terdapat nilai dengan asumsi bahwa apabila tidak ada data curah hujan dan sinar matahari pada tanggal tersebut, maka data pada tanggal tersebut dianggap 0 (nol). Seperti dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Data Harian Curah Hujan dan Sinar Matahari Setelah Pengolahan Data

Tanggal	Curah Hujan	Sinar Matahari
01-02-2017	2,4	0
02-02-2017	1,8	0
03-02-2017	12,7	0
04-02-2017	0	2
05-02-2017	0	2,4

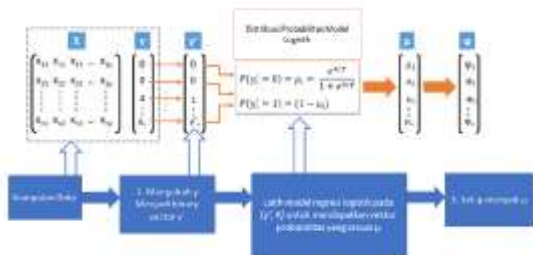
...
...
...
24-02-2017		3.7
25-02-2017	33	5.5
26-02-2017	0	1
27-02-2017	0	2
28-02-2017	4.8	4.8

Data kejadian jumlah titik api yang telah diolah kemudian dimodelkan dengan data iklim berupa curah hujan dan sinar matahari pada bulan sebelumnya dengan menggunakan model *Zero-Inflated Poisson Regression* untuk memprediksikan jumlah titik api yang terjadi pada bulan tersebut (Putu et al., 2016).

Data Curah Hujan dan Sinar Matahari yang berupa data harian akan dijumlahkan sehingga menjadi data bulanan kemudian digabung dengan data Titik Api per bulan kemudian akan dimodelkan menggunakan *Zero-Inflated Poisson Regression*.

4.2. Perhitungan Metode *Zero-Inflated Poisson Regression*

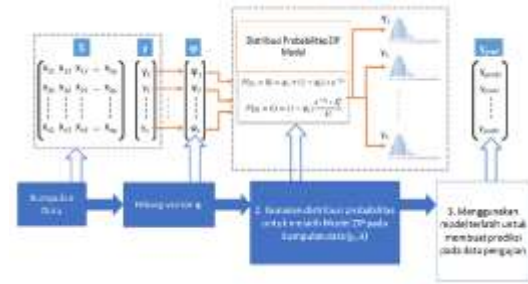
Dalam perhitungan metode *Zero-Inflated Poisson Regression* bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Perhitungan Metode *Zero-Inflated Poisson Regression*

Setelah vector ϕ diperkirakan, maka memasukkan ke dalam fungsi probabilitas model ZIP dan menggunakan teknik Maximum Likelihood E (MLE) untuk melatih model ZIP menggunakan teknik MLE pada kumpulan data (Alkaff & Yulianto, 2019)(Pambudi et al., 2018).

Untuk urutan pelatihan model ZIP bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Urutan Pelatihan Model ZIP

4.3. Implementasi Model *Zero-Inflated Poisson Regression*

Pada bagian implementasi metode pada sistem, membahas tentang tahap meletakkan hasil perancangan *code* pada sistem yang dibuat. *Source code* dibuat dengan bahasa pemrograman Python, adapun yang dibahas dalam *code* adalah perhitungan *Zero-Inflated Poisson Regression*.

Tujuan regresi pada kumpulan data ini adalah Memprediksi jumlah titik api berdasarkan nilai variabel curah hujan dan sinar matahari. Strategi analisis regresinya adalah sebagai berikut:

- 1) Jumlah Titik Api akan menjadi variabel dependen y kemudian Curah Hujan dan Sinar matahari akan menjadi variabel penjelas X.
- 2) Menggunakan *library Python statsmodels* untuk melatih model regresi *Zero-Inflated Poisson Regression* pada kumpulan data (y,X) (Kusuma et al., 2013).
- 3) Membuat prediksi menggunakan model ZIP pada kumpulan data.

Distribusi frekuensi dari Jumlah Titik Api, Curah Hujan, dan Sinar Matahari dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Frekuensi Jumlah Titik Api dan Curah Hujan serta Sinar Matahari

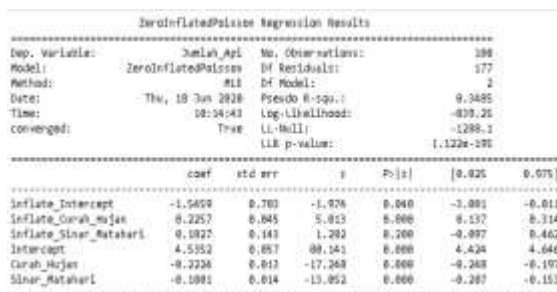
Jumlah Titik Api	Curah Hujan	Sinar Matahari
0	159	159
1	13	13
2	8	8
3	7	7
4	1	1

6	2	2
7	1	1
8	2	2
9	1	1
12	1	1
13	1	1
14	2	2
15	2	2
21	1	1
26	1	1
29	1	1
34	1	1
42	1	1
49	2	2
59	1	1
63	2	2
66	1	1
86	1	1
93	1	1
101	1	1
109	1	1
193	1	1

Pada Tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa frekuensi kejadian Titik Api banyak didominasi oleh nilai 0. Hal ini terjadi karena pada musim hujan cenderung tidak ada kejadian titik api.

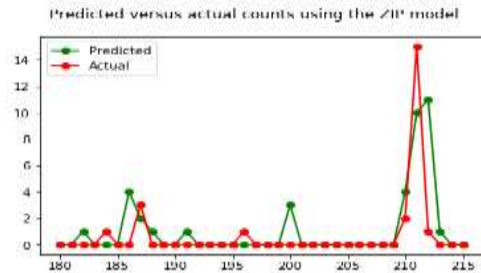
4.4. Hasil Pengujian Pada Empat Lokasi Area of Interest

a) Area-1



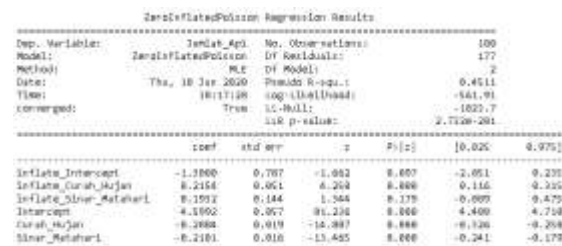
Gambar 5. Hasil Permodelan Area-1

Untuk hasil permodelan pada Area-1 bisa dilihat pada Gambar 5 diatas sedangkan untuk hasil prediksi yang dihasilkan oleh model untuk Area-1 dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



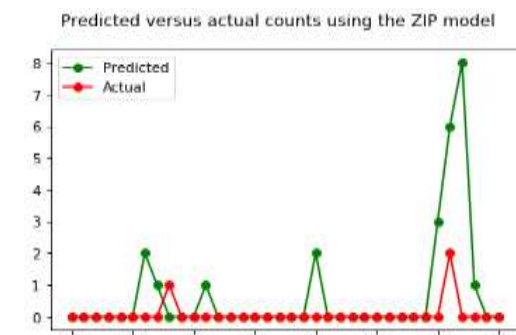
Gambar 6. Prediksi Jumlah Titik Api pada Area-1

b) Area-2



Gambar 7. Hasil Permodelan pada Area-2

Untuk hasil permodelan pada Area-2 bisa dilihat pada Gambar 7 diatas sedangkan untuk hasil prediksi yang dihasilkan oleh model untuk Area-2 dapat dilihat pada Gambar 8.



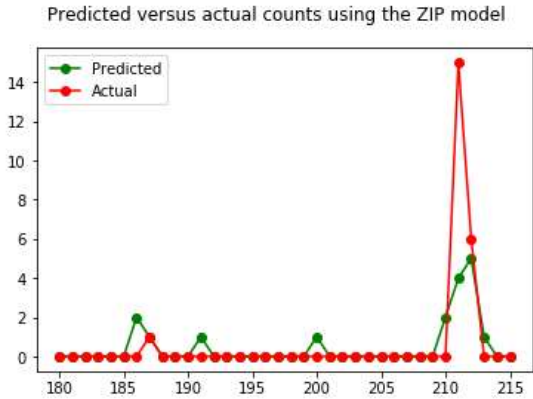
Gambar 8. Prediksi Jumlah Titik Api pada Area-2

c) Area-3



Gambar 9. Hasil Permodelan pada Area-3

Untuk hasil permodelan pada Area-1 bisa dilihat pada Gambar 9 diatas sedangkan untuk hasil prediksi yang dihasilkan oleh model untuk Area-1 dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Prediksi Jumlah Titik Api pada Area-3

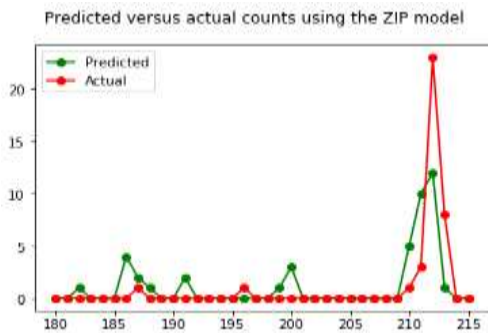
d) Area-4

```

Zero-InflatedPoisson Regression Results
-----
Dep. Variable: Jumlah_Api    No. Observations: 190
Model: Zero-InflatedPoisson  DF Residuals: 177
Method: MLSE                DF Model: 2
Date: Thu, 10 Jun 2020      Pseudo R-Sq.: 0.5212
Time: 10:33:28              Log-Likelihood: -629.06
Converged: True             LLN p-value: -1729.4
                               LLN p-value: 0.000
-----
coef    std err      z    P>|z|    [0.025    0.075]
-----
Inflate_Intercept  -1.6617    0.776    -2.129    0.033    -3.227    -0.097
Inflate_Curah_Hujan  0.2281    0.046    4.945    0.000    0.147    0.329
Inflate_Sinar_Matahari  0.2089    0.145    1.442    0.149    -0.075    0.493
Intercept          5.2032    0.041   127.069    0.000    5.202    5.204
Curah_Hujan       -0.2237    0.012   -19.374    0.000    -0.244    -0.201
Sinar_Matahari     -0.2700    0.012   -25.351    0.000    -0.316    -0.224
    
```

Gambar 11. Hasil Permodelan pada Area-4

Untuk hasil permodelan pada Area-2 bisa dilihat pada Gambar 11 diatas sedangkan untuk hasil prediksi yang dihasilkan oleh model untuk Area-2 dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Prediksi Jumlah Titik Api pada Area-4

Hasil pengujian dengan menggunakan RMSE pada setiap lokasi *area of Interest* dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Akurasi pada *Area of Interest*

Area of interest	RMSE
1	12.68
2	10.05
3	11.53
4	16.40

4.5. Pembahasan Hasil Pengujian

```

Zero-InflatedPoisson Regression Results
-----
Dep. Variable: Jumlah_Api    No. Observations: 190
Model: Zero-InflatedPoisson  DF Residuals: 177
Method: MLSE                DF Model: 2
Date: Thu, 10 Jun 2020      Pseudo R-Sq.: 0.5212
Time: 10:34:43              Log-Likelihood: -629.06
Converged: True             LLN p-value: -1729.4
                               LLN p-value: 0.000
-----
coef    std err      z    P>|z|    [0.025    0.075]
-----
Inflate_Intercept  -1.6617    0.765    -2.174    0.033    -3.191    -0.111
Inflate_Curah_Hujan  0.2257    0.046    4.893    0.000    0.137    0.334
Inflate_Sinar_Matahari  0.1827    0.143    1.282    0.200    -0.097    0.462
Intercept          5.2032    0.041   127.241    0.000    5.204    5.202
Curah_Hujan       -0.2224    0.012   -17.248    0.000    -0.248    -0.197
Sinar_Matahari     -0.1981    0.012   -16.853    0.000    -0.227    -0.169
    
```

Gambar 13. Hasil Pengujian

Dapat dilihat pada Gambar 13 diatas bahwa kotak biru berisikan variabel yang digunakan model regresi untuk memperkirakan probabilitas ϕ . Dapat dilihat bahwa model tidak dapat menemukan variabel *Intercept*, Curah Hujan, dan Sinar Matahari yang berguna untuk memperkirakan ϕ . Koefisien regresi tidak signifikan secara statistik pada tingkat kepercayaan 95%, seperti yang ditunjukkan oleh nilai masing p. Dua variabel model regresi yang berguna untuk memperkirakan probabilitas kejadian jumlah titik adalah Curah Hujan dan Sinar Matahari.

Kotak merah berisi informasi tentang variabel yang digunakan model *Poisson* untuk memperkirakan Jumlah Titik Api dengan syarat Jumlah Titik Api bernilai lebih dari 0. Dapat dilihat bahwa koefisien untuk tiap variabel regresi signifikan secara statistik pada tingkat kepercayaan 99%, yang dibuktikan dengan nilai p yang didapatkan adalah < 0.01 . yang mana nilai

$p < 0.0001$ untuk semua variabel, sehingga muncul sebagai 0,000. Kemungkinan Log maksimal model ini adalah -839.25. Nilai ini berguna untuk membandingkan *godness-of-fit* dengan model lainnya.

5. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, model yang telah dibuat dengan *Zero-Inflated Poisson Regression* menghasilkan nilai RMSE yang relative kecil pada setiap lokasi yang menjadi objek penelitian. *Area-1* memiliki RMSE senilai 12.69, Kotak 2 dengan nilai RMSE sebesar 10.05, Kotak 3 dengan nilai RMSE senilai 11.53, dan Kotak 4 memiliki nilai RMSE sebesar 16.40. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa model *Zero-Inflated Poisson Regression* dapat memodelkan jumlah kejadian titik api di empat lokasi yang terletak pada lahan gambut Kalimantan dengan baik.

Adapun saran dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan lebih banyak data untuk menghasilkan model yang lebih baik.
2. Dapat memprediksikan lokasi kejadian titik api menggunakan model lain sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih peneliti ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lambung Mangkurat atas pendanaan yang telah diberikan melalui Program Dosen Wajib Meneliti Tahun Anggaran 2021 dengan nomor kontrak penelitian 008.28/UN8.2/PL/2021. Dengan adanya pendanaan ini maka pelaksanaan penelitian dan publikasi ini dapat terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

Adinugroho, W. C., Suryadiputra, I. N., Saharjo, B. H., & Siboro, L. (2005). *Panduan Pengendalian Kebakaran Hutan Dan Lahan Gambut* (Proyek Cli). Wetland International - Indonesia

- Programme dan Wildlife Habitat.
- Alkaff, M., & Yulianto, N. E. (2019). Prediksi Jumlah Kejadian Titik Api Melalui Pendekatan Deret Waktu Menggunakan Model Seasonal Arima. *Jurnal ELTIKOM: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 3(2), 54–63. <https://doi.org/10.31961/ELTIKOM.V3I2.122>
- Dzikrulloh, A. (2012). *Distribution Patterns Of Hotspot As An Indicator Of Fire On Peatland In Riau Province*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/60307>
- Fitriyah, N., Hadi, A. F., & Dewi, Y. S. (2014). Pemodelan Jumlah Kematian Akibat Difteri di Provinsi Jawa Timur dengan Regresi Binomial Negatif dan Zero-Inflated Poisson. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, November*, 201–214.
- Kusuma, W., Komalasari, D., & Hadijati, M. (2013). Model Regresi Zero Inflated Poisson Pada Data Overdispersion. *Jurnal Matematika*, 3(2), 71–85.
- Lambert, D. (1992). Zero-Inflated Poisson Regression, with an Application to Defects in Manufacturing. *Technometrics*, 34(1), 1. <https://doi.org/10.2307/1269547>
- Pambudi, R. A., Setiawan, B. D., & Wijoyo, S. H. (2018). Implementasi Fuzzy Time Series Untuk Memprediksi Jumlah Kemunculan Titik Api. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(11), 4767–4776.
- Putu, N., Dewanti, P., Ayu, G., & Srinadi, M. (2016). Perbandingan Regresi Zero Inflated Poisson (ZIP) Dan Regresi Zero Inflated Negative Binomial (ZINB) Pada Data Overdispersion (Studi Kasus: Angka Kematian Ibu di Provinsi Bali). *E-Jurnal Matematika*, 5(4), 133–138. <https://doi.org/10.24843/MTK.2016>

V05.I04.P132

- Rasyid, F. (2014). *Permasalahan dan Dampak Kebakaran Hutan*. 4, 47–59.
- Vema Aisyah Rahma. (2019). *Perbandingan Generalized Poisson Regression Dan Conway-Maxwell Poisson Regression Pada Kasus Difteri Di Jawa Timur Tahun 2016*. <http://lib.unair.ac.id>
- Wibowo, A. (2009). Peran Lahan Gambut dalam Perubahan Iklim Global. *Jurnal Tekno Hutan Tanaman*, 2 No.1, 19–28.
- Yogi, I. (2014). Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (ZST) (Studi Kasus : Sub DAS Siak Hulu). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains*, 1(1), 1–18. https://jom.unri.ac.id/index.php/JOM_FTEKNIK/article/view/3705
- Zubaidah, A., Vetrira, Y., & Khomarudin, M. . R. (2014a). Validasi *Hotspot* MODIS Di Wilayah Sumatera Dan Kalimantan Berdasarkan Data Penginderaan Jauh SPOT-4 Tahun 2012. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 11(No. 1 Juni 2014), 1–15.
- Zubaidah, A., Vetrira, Y., & Khomarudin, M. R. (2014b). Validasi *Hotspot* MODIS Di Wilayah Sumatera Dan Kalimantan Berdasarkan Data Penginderaan Jauh SPOT-4 Tahun 2012 (Modis *Hotspot* Validation Over Sumatera And Kalimantan Based On Remote Sensing Data Spot-4 In 2012). *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital*, 11(1). http://jurnal.lapan.go.id/index.php/jurnal_inderaja/article/view/2085