



PENDUGAAN TITIK PANAS (*HOTSPOT*) KEBAKARAN HUTAN KABUPATEN/KOTA DI NUSA TENGGARA TIMUR MENGUNAKAN REGRESI POISSON DENGAN PEMBELAJARAN MESIN

ZAKI RAMADHAN MUCHLISH



**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pendugaan Titik Panas (*Hotspot*) Kebakaran Hutan Kabupaten/Kota di Nusa Tenggara Timur menggunakan Regresi Poisson dengan Pembelajaran Mesin” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Zaki Ramadhan Muchlish
G1401201015

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

ZAKI RAMADHAN MUCHLISH. Pendugaan Titik Panas (*Hotspot*) Kebakaran Hutan Kabupaten/Kota di Nusa Tenggara Timur Menggunakan Regresi Poisson dengan Pembelajaran Mesin. Dibimbing oleh ANANG KURNIA dan MOHAMMAD MASJKUR.

Kebakaran hutan dan lahan adalah bencana yang sering terjadi di Indonesia dengan penyebab alami dan/atau buatan. Kebakaran hutan dapat dilacak menggunakan sensor pada satelit buatan yang dapat mendeteksi perbedaan suhu antarlokasi. Daerah dengan suhu di atas ambang batas kemudian dinamakan *hotspot*. Kasus *hotspot* harian bersifat diskret dan langka, sehingga dibutuhkan metode khusus untuk mendapatkan dugaan tepat pada waktu yang ditentukan. Regresi Poisson adalah metode statistika yang cocok digunakan ketika satuan peubah respon diukur diskret. Extreme Gradient Boosting adalah metode pembelajaran mesin *ensemble* yang mampu menangani permasalahan regresi Poisson seperti overdispersi dan data *zero-inflated*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan melaporkan Provinsi Nusa Tenggara Timur mengalami jumlah kasus *hotspot* lebih banyak dibandingkan daerah lainnya dan waktu sebelumnya. Penelitian ini bertujuan menggunakan Extreme Gradient Boosting dengan dasar regresi Poisson untuk menduga banyak kasus *hotspot* suatu waktu pada kabupaten/kota di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Hasil kajian menunjukkan bahwa model terbaik memiliki rata-rata Root Mean Square Percentage Error sebesar 7,585 dan peubah terpenting pendugaan *hotspot* adalah kelembapan, aliran air bawah tanah, dan total tutupan awan.

Kata kunci: data diskret, hotspot, kebakaran hutan, pembelajaran mesin, regresi poisson

ABSTRACT

ZAKI RAMADHAN MUCHLISH. Forest Fire Hotspot Estimation for East Nusa Tenggara Districts/Cities using Poisson Regression with Machine Learning. Supervised by ANANG KURNIA and MOHAMMAD MASJKUR.

Forest and land fires have become a common disaster in Indonesia with natural and/or human related causes. Fires can be tracked using sensors aboard satellites which detect differences in temperature between areas, with critically heated locations being dubbed a hotspot. Daily hotspot cases are discrete and rare in nature, which requires a sophisticated method to accurately predict the number of cases at a given time. Poisson regression is a statistical method suitable for when the response variable is expected to be in discrete values. Extreme Gradient Boosting is an ensemble machine learning method said to excel in handling Poisson regression issues such as overdispersion and zero-inflated data. The Ministry of Environment and Forestry reports an abnormally high count of hotspot cases in the province of East Nusa Tenggara relative to previous years and regions. This research aims to utilize Poisson regression-based Extreme Gradient Boosting to predict the number of hotspots at a given time within the regencies/cities of East Nusa Tenggara. Results show the best model has an average Root Mean Squared Percentage Error of 7.585 across all cities/regencies and hotspots are influenced most by humidity, runoff, and total cloud coverage.

Keywords: count data, forest fire, hotspot, machine learning, poisson regression

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**PENDUGAAN TITIK PANAS (*HOTSPOT*) KEBAKARAN HUTAN
KABUPATEN/KOTA DI NUSA TENGGARA TIMUR
MENGUNAKAN REGRESI POISSON DENGAN
PEMBELAJARAN MESIN**

ZAKI RAMADHAN MUCHLISH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1. Dr. Ir. Indahwati, M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Pendugaan Titik Panas (*Hotspot*) Kebakaran Hutan
Kabupaten/Kota di Nusa Tenggara Timur menggunakan Regresi
Poisson dengan Pembelajaran Mesin

Nama : Zaki Ramadhan Muchlish
NIM : G1401201015

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Anang Kurnia, S.Si, M.Si.

Pembimbing 2:
Ir. Mohammad Masjkur, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Statistika:
Dr. Bagus Sartono, M.Si.
197804112005011002

Tanggal Ujian:
3 Juli 2024

Tanggal Lulus:
(...)



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan Juli 2024 ini ialah skripsi, dengan judul “Pendugaan Titik Panas (*Hotspot*) Kebakaran Hutan Kabupaten/Kota di Nusa Tenggara Timur Menggunakan Regresi Poisson dengan Pembelajaran Mesin”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Bapak Dr. Anang Kurnia, S.Si, M.Si. dan Bapak Ir. Mohammad Masjkur, M.S. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh jajaran program studi Statistika dan Sains Data IPB yang telah membantu dan mendampingi penulis selama menjadi mahasiswa. Penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman statistika angkatan 57 yang telah mendampingi dan membantu perjuangan selama masa kuliah. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, adik, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Terakhir, penulis juga ingin berterima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan ilmu, wawasan, pengalaman sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.

Penulis mengharapkan kritik dan saran sehingga karya ini dapat dilaksanakan dengan lebih baik di masa depan. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Zaki Ramadhan Muchlish



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Regresi Poisson	3
2.2 <i>Lag</i>	3
2.3 Extreme Gradient Boosting	4
2.4 Validasi Silang Deret Waktu	5
2.5 Metrik Evaluasi	6
III METODE	7
3.1 Data	7
3.2 Analisis Data	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Eksplorasi	10
4.2 Uji Multikolinieritas	10
4.3 Peubah <i>Lag</i>	11
4.4 Pemodelan	13
4.5 Perbandingan dengan Regresi Poisson	17
V SIMPULAN DAN SARAN	19
5.1 Simpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	23
RIWAYAT HIDUP	53

Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Daftar peubah yang digunakan	7
2	Uji multikolinieritas pada Kabupaten Alor	11
3	Performa pendugaan model terbaik XGBoost	14
4	Performa model regresi Poisson	18

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi metode <i>expanding window</i>	6
2	Deret waktu mingguan kasus <i>hotspot</i>	10
3	Visualisasi PACF beberapa kabupaten/kota	12
4	Visualisasi CCF untuk Kabupaten Alor	13
5	Deret waktu data uji dan dugaan model XGBoost	15
6	Nilai kepentingan peubah model XGBoost	16

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Partial Autocorrelation Function</i> peubah Y	24
2	<i>Cross-Correlation Function</i> peubah Y dengan peubah X	27
3	Hasil pemodelan regresi Poisson	37
4	Deret waktu data uji dan dugaan regresi Poisson	52



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.