

ANALISIS *SPATIOTEMPORAL VARYING COEFFICIENTS* MODEL BERBASIS *GENERALIZED LASSO* PADA DATA *SEMI-CONTINUOUS*: STUDI KASUS BANJIR SUMATRA

HAIDAR RAMDHANI



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis *Spatiotemporal Varying Coefficients Model* Berbasis *Generalized LASSO* pada Data *Semi-continuous*: Studi Kasus Banjir Sumatra” 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 2026

Haidar Ramdhani
G1401221005



ABSTRAK

Haidar Ramdhani. Analisis *Spatiotemporal Varying Coefficients Model* Berbasis *Generalized LASSO* pada Data *Semi-continuous*: Studi Kasus Banjir Sumatra. Dibimbing oleh Septian Rahardiantoro dan Gerry Alfa Dito.

Banjir merupakan permasalahan hidrometeorologi yang dipengaruhi oleh berbagai faktor hidroklimatologis dan lingkungan yang hubungannya dapat berbeda antarwilayah dan antarwaktu. Penelitian ini menerapkan *generalized LASSO* untuk memodelkan asosiasi *spatiotemporal* antara kerentanan banjir dan empat peubah penjelas, yaitu *runoff*, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *potential evapotranspiration* (PET), dan *Palmer Drought Severity Index* (PDSI), di 10 provinsi Pulau Sumatra periode Januari 2024 hingga Desember 2025. Peubah respons *semi-continuous* ditangani melalui transformasi logaritma dengan penambahan *jitter* normal, yang menurunkan *skewness* dari 3,103 menjadi 0,092. Tiga struktur ketetanggaan spasial (*queen's contiguity* termodifikasi, kNN $k = 2$, dan $k = 3$) serta dua metode pemilihan parameter penalti (ALOCV dan GCV) dibandingkan. Model terbaik diperoleh pada struktur *queen's contiguity* termodifikasi dengan GCV, menghasilkan reduksi kompleksitas 89,8% dari 960 koefisien awal menjadi 98 derajat bebas efektif. Hasil menunjukkan asosiasi heterogen secara spasial dan temporal. *Runoff* berasosiasi positif konsisten dan menguat menjelang akhir periode pengamatan, NDVI berasosiasi negatif stabil, PET menunjukkan perubahan arah asosiasi, sedangkan PDSI menunjukkan variasi paling beragam. *Generalized LASSO* mampu mengidentifikasi perbedaan pola asosiasi faktor hidroklimatologis dan lingkungan menurut wilayah dan waktu, sekaligus menyederhanakan model melalui fusi koefisien.

Kata kunci: *generalized LASSO*, kerentanan banjir, *spatiotemporal varying coefficients model*, transformasi log-jitter



ABSTRACT

HAIDAR RAMDHANI. Spatiotemporal Varying Coefficients Model Analysis with Generalized LASSO for Semi-continuous Data: A Case Study of Flooding in Sumatra. Supervised by SEPTIAN RAHARDIANTORO and GERRY ALFA DITO.

Flooding is a hydrometeorological hazard influenced by various hydroclimatological and environmental factors whose relationships may vary across regions and over time. This study applied generalized LASSO to model spatiotemporal associations between flood vulnerability and four explanatory variables, namely runoff, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), potential evapotranspiration (PET), and the Palmer Drought Severity Index (PDSI), across 10 provinces in Sumatra from January 2024 to December 2025. The semi-continuous response was addressed through a logarithmic transformation with normally distributed jitter, reducing skewness from 3.103 to 0.092. Three spatial structures (modified queen's contiguity, kNN $k = 2$, and $k = 3$) and two penalty selection methods (ALOCV and GCV) were compared. The best model used modified queen's contiguity with GCV, achieving an 89.8% complexity reduction from 960 initial coefficients to 98 effective degrees of freedom. The results revealed spatiotemporal heterogeneity. Runoff showed a consistently positive association that strengthened toward the end of the observation period, NDVI showed a stable negative association, PET displayed a shift in association direction, and PDSI showed the greatest variability. Generalized LASSO successfully identified differing hydroclimatological and environmental association patterns across regions and time while yielding a more parsimonious model through coefficient fusion.

Keywords: flood vulnerability, generalized LASSO, log-jitter transformation, spatiotemporal varying coefficients model



@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.

ANALISIS *SPATIOTEMPORAL VARYING COEFFICIENTS* MODEL BERBASIS *GENERALIZED LASSO* PADA DATA *SEMI-CONTINUOUS*: STUDI KASUS BANJIR SUMATRA

HAIDAR RAMDHANI

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

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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.



@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 : Analisis *Spatiotemporal Varying Coefficients Model* Berbasis
Generalized LASSO pada Data *Semi-continuous*: Studi Kasus
Banjir Sumatra

Nama : Haidar Ramdhani
NIM : G1401221005

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Septian Rahardiantoro, S.Stat., M.Si.

Pembimbing 2:

Gerry Alfa Dito, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.
NIP. 197804112005011002

Tanggal Ujian:
1 Juli 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Januari 2026 sampai bulan Juli 2026 dengan judul “Analisis *Spatiotemporal Varying Coefficients Model* Berbasis *Generalized LASSO* pada Data *Semi-continuous*: Studi Kasus Banjir Sumatra”. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga penulis tercinta, Bapak Zainal Muttaqin, S.E., Ibu Rokyal Ain, serta adik penulis Daffa' dan Fara, yang senantiasa mendoakan, mendukung, serta memotivasi penulis dalam proses perkuliahan hingga di tahap penyusunan tugas akhir ini;
2. Dr. Septian Rahardiantoro, S.Stat., M.Si. dan Gerry Alfa Dito, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan, arahan, serta dukungan selama proses penyusunan skripsi ini;
3. Dr. Yenni Angraini, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji, juga moderator kolokium dan seminar atas saran dan masukan dalam penelitian;
4. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, dan keluarga besar Program Studi Statistika dan Sains Data atas segala ilmu, pengalaman, serta bantuan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik;
5. Sahabat-sahabat penulis, yaitu Hariyol, Deden, Delita, Afi, Abdan, Mugni, Shalma, dan Raihana yang selalu menemani serta memberikan dukungan kepada penulis selama perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi.
6. Rekan-rekan Warteg 09, yaitu Iqbal, Riska, Lomi, Gina, Via, Deni, dan Atika, atas kebersamaan, dukungan, serta berbagai pengalaman berharga yang telah diberikan dan menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis menyelesaikan tahun terakhir perkuliahan;
7. Teman-teman penulis, Statistika 59, rekan-rekan Data Analytics GSB 2024 dan 2025, OMDA HIMAGIS, serta lainnya yang telah memberikan banyak dukungan, canda tawa, semangat, dan doa kepada penulis; dan
8. Semua pihak yang telah membantu dan mendoakan saya dalam menyelesaikan penulisan karya ilmiah ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Haidar Ramdhani



@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.

Perpustakaan IPB University



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi Peubah	4
2.2 <i>Generalized LASSO</i>	5
2.3 <i>Spatiotemporal Generalized LASSO</i>	5
2.4 Data <i>Semi-continuous</i> dan Implikasinya terhadap Asumsi Distribusi Peubah Respons	8
2.5 <i>Approximate Leave-One-Out Cross-Validation (ALOCV)</i>	10
2.6 <i>Generalized Cross-Validation (GCV)</i>	10
III METODE	12
3.1 Data	12
3.2 Prosedur Analisis	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Eksplorasi dan Prapemrosesan Data	18
4.2 Pembentukan Matriks Penalti <i>Spatiotemporal</i>	21
4.3 <i>Spatiotemporal Varying Coefficients Model</i> dengan <i>Generalized LASSO</i>	22
4.4 Identifikasi Struktur <i>Cluster</i> Koefisien dari Model Terbaik	23
4.5 Interpretasi Dugaan Nilai Koefisien dari Model Terbaik	25
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	37
RIWAYAT HIDUP	40



DAFTAR TABEL

1	Daftar peubah	12
2	Korelasi peubah respons awal dengan peubah penjas	19
3	Korelasi peubah respons setelah transformasi dengan peubah penjas	20
4	Perbandingan galat CV dan kebaikan model	22
5	Reduksi kompleksitas model <i>generalized</i> LASSO terbaik	22
6	Ringkasan <i>cluster</i> koefisien <i>spatiotemporal</i> per peubah	23
7	Lima <i>cluster</i> koefisien terbesar pada setiap peubah	30

DAFTAR GAMBAR

1	Histogram kerentanan banjir di Pulau Sumatra	18
2	<i>Heatmap</i> kerentanan banjir di Pulau Sumatra	18
3	Histogram kerentanan banjir di Pulau Sumatra dengan transformasi $\log(y + 1)$	19
4	Histogram kerentanan banjir di Pulau Sumatra (transformasi <i>log-jitter</i>) dengan pendekatan (a) Seragam (b) Normal	20
5	Perbandingan struktur ketetanggaan antarprovinsi	21
6	<i>Heatmap cluster</i> koefisien tiap peubah penjas	24
7	<i>Heatmap</i> dugaan nilai koefisien <i>runoff</i> (X_1)	25
8	<i>Heatmap</i> dugaan nilai koefisien NDVI (X_2)	26
9	<i>Heatmap</i> dugaan nilai koefisien PET (X_3)	27
10	<i>Heatmap</i> dugaan nilai koefisien PDSI (X_4)	29

DAFTAR LAMPIRAN

1	Histogram hasil pembangkitan <i>jitter</i> dengan skema (a) Seragam (b) Normal	38
2	Plot galat CV model dengan ketetanggaan <i>queen's contiguity</i> termodifikasi dengan pendekatan (a) ALOCV dan (b) GCV	38
3	Plot galat CV model dengan ketetanggaan kNN ($k = 2$) dengan pendekatan (a) ALOCV dan (b) GCV	38
4	Plot galat CV model dengan ketetanggaan kNN ($k = 3$) dengan pendekatan (a) ALOCV dan (b) GCV	39