



PEMODELAN PROBABILITAS KEKERINGAN MULTI-SKALA BERBASIS SPEI DI JAWA BARAT MENGGUNAKAN K-MEANS CLUSTERING DAN LASSO LOGISTIC REGRESSION

MUHAMAD TAUFIK NURYADIN



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



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pemodelan Probabilitas Kekeringan Multi-Skala Berbasis SPEI di Jawa Barat Menggunakan *K-Means Clustering* dan *LASSO Logistic Regression*” 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

Muhamad Taufik Nuryadin
NIM. G5401221051



ABSTRAK

MUHAMAD TAUFIK NURYADIN. Pemodelan Probabilitas Kekeringan Multi-Skala Berbasis SPEI di Jawa Barat Menggunakan *K-Means Clustering* dan *LASSO Logistic Regression*. Dibimbing oleh SRI NURDIATI dan I GUSTI PUTU PURNABA.

Kekeringan merupakan bencana hidrometeorologi yang berdampak pada sektor pertanian, sumber daya air, dan kondisi sosial-ekonomi masyarakat. Provinsi Jawa Barat memiliki tingkat kerentanan kekeringan tinggi akibat variabilitas curah hujan (P), evapotranspirasi (ET₀), dan pengaruh *El Niño–Southern Oscillation* (ENSO). Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik, dinamika spasial-temporal serta memodelkan probabilitas kekeringan multi-skala di Jawa Barat menggunakan *Standardized Precipitation Evapotranspiration Index* (SPEI) pada skala 1, 3, 6, dan 12 bulan pada periode 1996-2025. Data curah hujan diperoleh dari CHIRPS, evapotranspirasi potensial dihitung dengan metode Penman–Monteith berbasis data iklim ERA5, dan ENSO direpresentasikan menggunakan indeks Niño3.4. Analisis dilakukan melalui statistik deskriptif, *run theory*, analisis spasial, uji Mann-Kendall, *cross-correlation*, *K-Means Clustering*, dan *LASSO Logistic Regression*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekeringan di Jawa Barat bersifat heterogen secara spasial dengan kerentanan tertinggi di wilayah Pantura. Curah hujan menjadi faktor dominan pada skala pendek, sedangkan ENSO dan efek *lag* lebih berpengaruh pada skala menengah hingga panjang. Model *LASSO Logistic Regression* menghasilkan nilai AUC 0,86-0,99 yang menunjukkan kemampuan klasifikasi kekeringan sangat baik. Pendekatan zonasi berbasis *K-Means* mampu meningkatkan pemodelan kekeringan sesuai karakteristik wilayah.

Kata kunci: ENSO, kekeringan, *K-Means Clustering*, *LASSO Logistic Regression*, SPEI



ABSTRACT

MUHAMAD TAUFIK NURYADIN. Multi-Scale Drought Probability Modeling Based on SPEI in West Java Using K-Means Clustering and LASSO Logistic Regression. Supervised by SRI NURDIATI and I GUSTI PUTU PURNABA.

Drought is a hydrometeorological disaster that affects the agricultural sector, water resources, and the socio-economic conditions of communities. West Java Province has a high level of drought vulnerability due to rainfall (P) variability, evapotranspiration (ET₀), and the influence of the El Niño–Southern Oscillation (ENSO). This study aims to analyze the characteristics, spatial-temporal dynamics, and multi-scale drought probability modeling in West Java using the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) at 1-, 3-, 6-, and 12-month timescales during the 1996–2025 period. Rainfall data were obtained from CHIRPS, potential evapotranspiration was calculated using the Penman–Monteith method based on ERA5 climate data, and ENSO variability was represented using the Niño3.4 index. The analyses were conducted using descriptive statistics, run theory, spatial analysis, the Mann–Kendall test, cross-correlation, K-Means Clustering, and LASSO Logistic Regression. The results show that drought in West Java is spatially heterogeneous, with the highest vulnerability found in the Pantura region. Rainfall was identified as the dominant factor at short timescales, while ENSO and lag effects had stronger influences at medium to long timescales. The LASSO Logistic Regression model produced AUC values ranging from 0,86 to 0,99, indicating excellent drought classification performance. The K-Means based zoning approach improved drought modeling according to regional characteristics.

Keywords: drought, ENSO, K-Means Clustering, LASSO Logistic Regression, SPEI

PEMODELAN PROBABILITAS KEKERINGAN MULTI-SKALA BERBASIS SPEI DI JAWA BARAT MENGGUNAKAN *K-MEANS* *CLUSTERING* DAN *LASSO LOGISTIC REGRESSION*

MUHAMAD TAUFIK NURYADIN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi Matematika

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —

Perpustakaan 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:
Mohamad Khoirun Najib, S.Si., M.Mat.



Judul Skripsi : Pemodelan Probabilitas Kekeringan Multi-Skala Berbasis SPEI di Jawa Barat Menggunakan *K-Means Clustering* dan LASSO *Logistic Regression*

Nama : Muhamad Taufik Nuryadin

NIM : G5401221051

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc.

Pembimbing 2:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.

NIP 19790227 200501 1 001

Tanggal Ujian: 17 Juni 2026

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 Januari 2026 sampai bulan April 2026 ini ialah matematika komputasi, dengan judul “Pemodelan Probabilitas Kekeringan Multi-Skala Berbasis SPEI di Jawa Barat Menggunakan *K-Means Clustering* dan *LASSO Logistic Regression*”.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Mamat Kurniawan dan Ibu Mimin Suminah selaku orang tua penulis, serta keluarga besar yang telah banyak memberikan dukungan dan doa.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc. dan Bapak Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA. Selaku dosen pembimbing serta Kak Lilis dan Kak Syukri Arif Rafhida yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, nasihat, kritik dan sarannya kepada penulis.
3. Bapak Mohamad Khoirun Najib, S.Si., M.Mat. selaku dosen moderator seminar hasil serta penguji pada ujian komprehensif dan sidang tugas akhir.
4. Ketua Program Studi Matematika SSMI IPB, Bapak Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Matematika SSMI IPB yang telah membantu penulis selama kegiatan perkuliahan.
6. Sahabat kelompok MBL yang menemani penulis sejak Pendidikan Kompetensi Umum (PKU) dan selalu memberikan dukungan dalam setiap perkembangan selama masa perkuliahan.
7. Keluarga Pandawa Rumah Kepemimpinan angkatan XII, teman seperjuangan penulis yang senantiasa menjadi pengingat agar bersama-sama tetap progresif.
8. Sri Mulyani selaku sahabat penulis yang selalu mendengarkan cerita keluh kesah akademik dan juga Karlina yang menemani kita untuk *refreshing*.
9. Teman-teman Gumatika periode 2024/2025 yang telah memberikan banyak pelajaran selama kepemimpinan penulis.
10. Rekan-rekan Departemen Riset dan Analisis Gumatika periode 2023/2024 yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis.
11. Peserta bimbingan belajar penulis dari berbagai sekolah yang memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi matematika.
12. Teman-teman Matematika IPB angkatan 59 sebagai rekan belajar yang saling memberikan dukungan dan semangat.

Terima kasih atas segala bentuk dukungan dan doa yang diberikan. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Juli 2026

Muhamad Taufik Nuryadin

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kekeringan	4
2.2 <i>Standardized Precipitation Evapotranspiration Index</i> (SPEI)	4
2.3 Presipitasi	5
2.4 Evapotranspirasi Potensial dari Model Penman-Monteith	5
2.5 <i>El Niño Southern Oscillation</i> (ENSO)	7
2.6 Interpolasi Bilinear	7
2.7 <i>Run Theory</i>	9
2.8 Uji Tren Mann-Kendall	10
2.9 <i>Cross Correlation Function</i> (CCF)	10
2.10 <i>K-Means Clustering</i>	11
2.11 <i>LASSO Logistic Regression</i>	12
III METODE	14
3.1 Sumber dan Jenis Data	14
3.2 Tahapan Penelitian	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Ekstraksi Data	18
4.2 <i>Downscaling</i> Resolusi Spasial Data ET ₀	18
4.3 Perhitungan <i>Standardized Precipitation Evapotranspiration Index</i> (SPEI)	19
4.4 Analisis Eksplorasi Data	20
4.5 Analisis <i>Run Theory</i>	21
4.6 Analisis Distribusi Spasial Kekeringan	22
4.7 Analisis Tren Temporal dan <i>Cross-Correlation</i>	24
4.8 Zonasi Kerentanan Kekeringan dengan <i>K-Means Clustering</i>	26
4.9 Pemodelan Probabilitas Kekeringan dengan <i>LASSO Logistic Regression</i>	29
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	53



DAFTAR TABEL

1	Klasifikasi Indeks SPEI	4
2	Hasil statistika deskriptif seluruh variabel penelitian	20
3	Hasil <i>Run Theory</i>	22
4	Proporsi <i>grid</i> hasil klasterisasi untuk setiap skala SPEI	28
5	Parameter λ optimal hasil <i>5-fold cross-validation</i>	30
6	Hasil estimasi koefisien β pada model regresi logistik LASSO	30

DAFTAR GAMBAR

1	Distribusi spasial tipe pola curah hujan di Indonesia (BMKG 2015)	5
2	Ilustrasi konseptual proses evapotranspirasi	6
3	Ilustrasi sirkulasi laut dan atmosfer di Samudra Pasifik ekuatorial pada kondisi El Niño, Normal, dan La Niña (BMKG)	7
4	Representasi geometris metode interpolasi bilinear untuk mengestimasi nilai pada titik (x, y) berdasarkan empat titik referensi terdekat	8
5	Ilustrasi konseptual <i>Run Theory</i> dalam menganalisis karakteristik kekeringan, yang meliputi parameter durasi (D_d), tingkat keparahan (S_d), dan intensitas (I_d) berdasarkan suatu ambang batas	9
6	Diagram alur penelitian	17
7	Perbandingan peta spasial ET0 (a) sebelum <i>downscaling</i> dan (b) sesudah <i>downscaling</i> menggunakan interpolasi bilinear	19
8	Sebaran data seluruh variabel penelitian menggunakan <i>boxplot</i>	20
9	<i>Heatmap</i> korelasi Pearson antarvariabel iklim dan indeks kekeringan SPEI	21
10	Distribusi spasial rata-rata (a) evapotranspirasi potensial (ET0) dan (b) curah hujan di wilayah Jawa Barat periode 1996–2025	23
11	Dinamika rata-rata spasial SPEI per bulan: (a) SPEI-1, (b) SPEI-3, (c) SPEI-6, dan (d) SPEI-12	23
12	Distribusi spasial hasil <i>run theory</i> kekeringan (bulan kering, keparahan, dan intensitas) berdasarkan SPEI-1, SPEI-3, SPEI-6, dan SPEI-12 di wilayah Jawa Barat periode 1996–2025	24
13	Tren bulanan seluruh variabel penelitian: indeks SPEI multi-skala, ET0, curah hujan, dan ENSO Niño3.4 periode 1996–2025	25
14	Peta tren spasial uji Mann-Kendall terhadap ET0, curah hujan, SPEI-1, SPEI-3, SPEI-6, dan SPEI-12 di wilayah Jawa Barat	25
15	<i>Cross correlation</i> optimal antara variabel iklim (curah hujan, ET0, dan Niño3.4) terhadap SPEI multi-skala pada berbagai <i>lag</i> waktu	26
16	Evaluasi penentuan jumlah kluster optimal menggunakan (a) <i>Elbow Method</i> dan (b) <i>Silhouette Method</i>	27
17	Peta hasil K-Means <i>clustering</i> zona kerentanan kekeringan di wilayah Jawa Barat berdasarkan skala (a) SPEI-1, (b) SPEI-3, (c) SPEI-6, dan (d) SPEI-12	28



18	Kurva ROC LASSO <i>Logistic Regression</i> untuk setiap kombinasi klaster dan skala SPEI beserta nilai AUC	31
----	--	----

DAFTAR LAMPIRAN

1	Ekstraksi data iklim ERA5	35
2	Perhitungan evapotranspirasi model Penman-Monteith	36
3	<i>Downscaling</i> menggunakan interpolasi bilinear	37
4	<i>Masking</i> wilayah Jawa Barat	38
5	Ekstraksi data curah hujan CHIRPS	39
6	Ekstraksi data indeks niño3.4 NOAA	41
7	Fungsi SPEI	42
8	Perhitungan SPEI	44
9	Analisis <i>Run Theory</i>	45
10	Zonasi kekeringan menggunakan <i>K-Means Clustering</i>	47
11	LASSO <i>Logistic Regression</i>	50



@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.