

Sosialisasi dan Penerapan Prediksi Curah Hujan Tweedie-PCA untuk Mitigasi Bencana dan Pengelolaan Iklim di BMKG Lampung

Ma'rufah Hayati¹, Mahfuz Hudori^{2*}, Reni Permata Sari³

Prodi Statistika Universitas Nahdlatul Ulama Lampung

Jl. Raya Lintas Pantai Timur Sumatera, Kec. Purbolinggo, Kab. Lampung Timur

¹marufahhayatim1@gmail.com

^{2*}mahfuzhudori@unulampung.ac.id

³renipermatasari71@gmail.com

Abstrak

Perubahan iklim *global* dan peningkatan intensitas fenomena cuaca ekstrem menuntut upaya mitigasi yang berbasis data akurat. Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menerapkan dan mensosialisasikan model prediksi curah hujan berbasis Tweedie Campuran dengan reduksi PCA di BMKG Lampung. Model ini dirancang untuk mengatasi karakteristik data curah hujan yang asimetris dan memiliki banyak nilai nol, serta mengoptimalkan penggunaan data prediktor melalui reduksi dimensi dengan PCA. Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Kantor BMKG Stasiun Klimatologi Lampung dengan melibatkan pegawai dan staf teknis sebagai peserta utama. Program ini mencakup *workshop*, dan simulasi prediksi curah hujan. Peserta diperkenalkan pada teori dasar model Tweedie Campuran dan PCA, penggunaan perangkat lunak statistik, serta implementasi model dalam mendukung perencanaan mitigasi risiko iklim, seperti penentuan pola tanam dan pengelolaan sumber daya air. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model Tweedie Campuran memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional, sehingga dapat mendukung tugas operasional BMKG dalam analisis iklim dan prediksi cuaca.

Kata Kunci: curah hujan, model tweedie campuran PCA, perubahan iklim,

Abstract

Global climate change and rising extreme weather events necessitate mitigation efforts using precise data. This community service program introduces a rainfall prediction model based on the Tweedie Mixture with PCA reduction at BMKG Lampung. The model addresses asymmetric rainfall data, which often contains many zero values, while optimizing predictor data through PCA-based dimension reduction. Conducted at BMKG's Climatology Station in Lampung, the program engaged employees and technical staff through workshops, training, and prediction simulations. Participants learned the Tweedie Mixture and PCA theory, statistical software usage, and model applications for climate risk mitigation, such as planting schedules and water management. Evaluations show the Tweedie Mixture outperforms conventional methods in accuracy, enhancing BMKG's climate analysis and weather forecasting.

Keyword: rainfall, climate change, PCA, tweedie mixture model

I. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan iklim tropis memiliki dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Ketidakpastian curah hujan yang sering terjadi menjadi tantangan serius dalam berbagai sektor, termasuk pertanian, irigasi, dan perencanaan pembangunan wilayah. Akurasi prediksi curah hujan sangat diperlukan untuk mendukung efisiensi pengelolaan sumber daya alam dan mengurangi dampak negatif dari ketidakpastian iklim (Admadhani, 2014). Provinsi Lampung, sebagai salah satu daerah penghasil pertanian strategis di Indonesia, memiliki luas lahan pertanian mencapai 1,7 juta hektare. Daerah ini dianggap sebagai penopang ketahanan pangan nasional. Namun, pola curah hujan yang kompleks dan tidak teratur di Lampung seringkali menghambat pengelolaan sumber daya air, perencanaan pertanian, dan upaya mitigasi bencana iklim (Gwambene et al., 2023). Curah hujan di wilayah ini bersifat fluktuatif, *non-linear*, dan tidak mengikuti distribusi baku, sehingga diperlukan model prediksi yang tepat untuk mengatasi tantangan tersebut.

Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam prediksi iklim adalah *General Circulation Model* (GCM), yang merupakan alat utama untuk memprediksi iklim dan cuaca (Sutikno et al., 2010). Namun, resolusi data GCM yang rendah memerlukan teknik *Statistical Downscaling* (SD) untuk meningkatkan akurasi prediksi pada skala lokal (Rakhmalia et al., 2020). Selain itu, teknik *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk mengurangi dimensi data dan mengatasi masalah multikolinearitas antar variabel prediktor yang dihasilkan dari

data GCM (Hayati & Permatasari, 2024). Pendekatan lain yang digunakan adalah distribusi Tweedie campuran, yang menggabungkan distribusi Poisson dan Gamma, untuk menangani data curah hujan yang mengandung nilai nol dan distribusi tidak normal (Jiang et al., 2023). Distribusi Tweedie campuran memiliki karakteristik yang sesuai untuk memodelkan curah hujan, baik dalam komponen diskret (tidak ada hujan) maupun kontinu (intensitas hujan). Kombinasi antara distribusi Tweedie campuran dan PCA telah terbukti meningkatkan akurasi prediksi dengan mengurangi jumlah variabel prediktor. Metode ini menunjukkan keunggulan dengan nilai RMSEP yang lebih rendah dan korelasi yang lebih tinggi dibandingkan metode lainnya (Hayati et al., 2021).

Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menerapkan dan mensosialisasikan model prediksi curah hujan berbasis Tweedie Campuran dengan reduksi PCA di BMKG Stasiun Klimatologi Lampung, yang mencakup 12 titik pos hujan. Hasil prediksi ini diharapkan dapat mendukung perencanaan mitigasi risiko iklim dan pengelolaan sumber daya alam secara lebih efektif. Model ini juga akan dibandingkan dengan metode Tweedie biasa untuk mengevaluasi keunggulannya dalam hal akurasi prediksi. Melalui program ini, diharapkan model prediksi yang dikembangkan dapat menjadi solusi yang bermanfaat bagi BMKG Stasiun Klimatologi Lampung dalam analisis iklim dan prediksi cuaca. Selain itu, model ini diharapkan dapat membantu berbagai sektor, terutama pertanian, dalam menghadapi tantangan perubahan iklim yang semakin kompleks.

II. METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan pada tanggal 19 Desember 2024 di BMKG Stasiun Klimatologi Lampung. Metode pelaksanaan kegiatan terdiri dari tiga tahap utama, yaitu Persiapan, Pelaksanaan, dan Evaluasi (Hudori et al., 2024; Kaleka et al., 2020), yang dijelaskan secara sistematis sebagai berikut:

1. Persiapan

Kegiatan diawali dengan eksplorasi data curah hujan untuk memahami fluktuasi dan ketidakpastian pola curah hujan. Data yang dikumpulkan dianalisis secara mendalam guna meningkatkan ketepatan prediksi. Selanjutnya, disiapkan model Tweedie Campuran yang mampu menangani karakteristik data curah hujan yang sering tidak normal (berfluktuasi tinggi) dan mengandung banyak nilai nol. Model ini dipilih karena kemampuannya dalam mengatasi distribusi data dengan varian tinggi serta mengintegrasikan reduksi PCA untuk menyederhanakan dimensi data tanpa kehilangan informasi penting. Selain itu, materi *workshop* disusun meliputi teori dasar model Tweedie Campuran, reduksi PCA, dan teknik visualisasi data curah hujan. Perangkat lunak statistik seperti R juga disiapkan untuk mendukung pelaksanaan workshop.

2. Pelaksanaan

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini diikuti oleh 8 (delapan) staf BMKG Lampung. Pelaksanaan kegiatan PKM menggunakan pendekatan metode *Community Based Research (CBR)* (Adelina et al., 2025). Metode CBR digunakan karena dalam pelaksanaan pengabdian yang dilakukan terdapat kegiatan penelitian,

sehingga tim pengabdian Universitas Nahdlatul Ulama Lampung dan staff BMKG Lampung bersama-sama melakukan penelitian dalam skema pengabdian untuk menemukan model prediksi curah hujan yang akurat.

Selanjutnya sosialisasi yang disampaikan mencakup materi tentang teori dasar model Tweedie Campuran dan reduksi PCA, simulasi penerapan model pada data curah hujan dari 12 titik pos, serta pelatihan penggunaan perangkat lunak R untuk visualisasi data. Selain itu, peserta diajak untuk langsung mempraktikkan analisis data curah hujan menggunakan model Tweedie Campuran dan teknik reduksi PCA. Mereka juga dilatih membuat visualisasi data yang informatif dan mudah dipahami, seperti *plot density*, *histogram*, dan *boxplot*.

3. Evaluasi

Kegiatan evaluasi diukur melalui kuesioner untuk menilai pemahaman peserta terhadap konsep Tweedie Campuran, reduksi PCA, dan teknik visualisasi data.

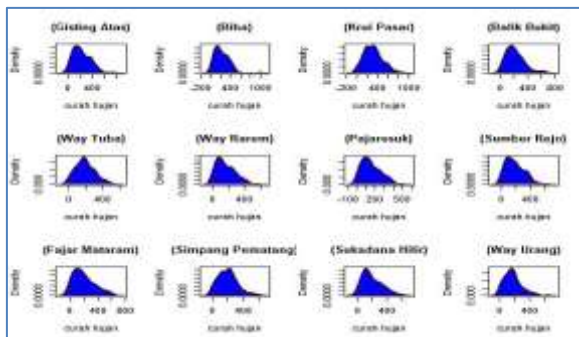
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan diawali dengan pembukaan dan sambutan dari perwakilan BMKG dan tim PkM. Selanjutnya, tim PkM mempresentasikan materi tentang metode Tweedie Campuran dan reduksi PCA, termasuk penjelasan tentang distribusi Tweedie, uji multikolinearitas menggunakan VIF (*Variance Inflation Factor*), dan penerapan PCA untuk mengurangi korelasi antar variabel *predictor* (Gambar 1).



Gambar 1. Pemaparan materi oleh tim PkM kepada staf BMKG

Peserta juga diajak untuk melihat visualisasi data curah hujan, yang membantu mereka memahami pola dan karakteristik hujan di Provinsi Lampung menggunakan *plot density* (Gambar 2). Selanjutnya, tim PkM memaparkan hasil prediksi curah hujan menggunakan model Tweedie Campuran dan membandingkannya dengan metode Normal-PCA.



Gambar 2. Visualisasi data curah hujan dalam bentuk *density plot*

Analisis data dengan menggunakan kedua metode tersebut menghasilkan nilai *Root Mean Square Error of Prediction* (RMSEP) dan korelasi sebagai berikut (Tabel 1):

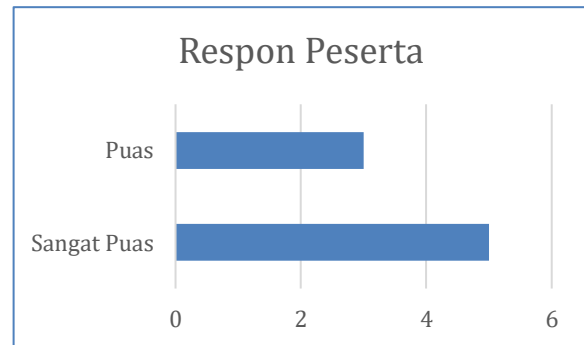
Tabel 1.

Nilai RMSEP dan korelasi pada metode Tweedie Campuran dan Normal-PCA

Metode	Indikator	Stasiun Curah Hujan		
		Way Tuba	Fajar Mataram	Simpang Pematang
Tweedie campuran	RMSEP	71.53	129.54	117.46
	(Korelasi)	(0.61)	(0.48)	(0.25)
Normal PCA	RMSEP	73.79	125.76	118.16
	(Korelasi)	(0.38)	(0.47)	(0.13)

Hasil prediksi menggunakan model Tweedie Campuran (Tabel 1) menunjukkan nilai RMSEP yang lebih rendah dan korelasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode Normal-PCA, menunjukkan keunggulan metode ini dalam pemodelan curah hujan.

Evaluasi kegiatan dilakukan melalui kuesioner dan diskusi dengan peserta. Hasil umpan balik dari kegiatan yang dilakukan menyatakan 60% peserta (5 staff) sangat puas terhadap kegiatan yang dilaksanakan dan 40% peserta (3 staff) lainnya merasa puas (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil umpan balik dari peserta kegiatan PkM

Hasil evaluasi lainnya menunjukkan bahwa peserta merasa materi yang disampaikan sangat bermanfaat, terutama dalam memahami metode prediksi curah hujan yang lebih akurat. Peserta juga memberikan masukan untuk meningkatkan kegiatan serupa di masa depan, seperti menambahkan sesi praktik yang lebih mendalam dan melibatkan lebih banyak stakeholder. Secara keseluruhan, kegiatan ini berhasil memberikan dampak positif bagi pengembangan sistem prediksi cuaca dan iklim di Provinsi Lampung.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Lampung memberikan pemahaman kepada staff BMKG Lampung tentang penerapan metode Tweedie Campuran dan PCA dalam mendukung mitigasi bencana seperti banjir, kekeringan, dan pengelolaan iklim di Provinsi Lampung. Hasil prediksi menunjukkan bahwa model Tweedie Campuran memiliki nilai RMSEP yang lebih rendah dan korelasi yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional (PCA). Indikator tersebut menjadikan metode Tweedie Campuran sebagai metode yang akurat dan handal untuk pemodelan curah hujan.

Saran

Untuk tindak lanjut, disarankan agar diadakan pelatihan lebih mendalam tentang penerapan metode Tweedie Campuran dan PCA, termasuk penggunaan software khusus untuk analisis data. Selain itu, kolaborasi antara akademisi, BMKG, dan pemerintah daerah perlu diperkuat untuk mengimplementasikan metode ini dalam sistem prediksi cuaca dan iklim secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, T., Efendi Harahap, A., Ali, A., Juliantoni, J., & Harianti, F. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengolahan Pakan Silase Pelepah Sawit Sebagai Upaya Menyediakan Pakan Sapi Unggul pada Kelompok Ternak di Provinsi Riau. *Abdimas Galuh*, 7(1), 557–563.
- Admadhani, D. N. (2014). Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air untuk Daya Dukung Lingkungan (Studi Kasus Kota Malang [Universitas Brawijaya]. <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/149752/>
- Gwambene, B., Liwenga, E., & Mung'ong'o, C. (2023). Climate Change and Variability Impacts on Agricultural Production and Food Security for the Smallholder Farmers in Rungwe, Tanzania. *Environmental Management*, 71(1), 3–14. <https://doi.org/10.1007/s00267-022-01628-5>
- Hayati, M., & Permatasari, R. (2024). Comparison of Generalized Linear Model between Gamma and Tweedie Compound Response for Rainfall Prediction in Lampung Province. *Asian Journal of Probability and Statistics*, 26(1 SE-Original Research Article), 41–49. <https://doi.org/10.9734/ajpas/2024/v26i1583>
- Hayati, M., Wigena, A. H., Djuraidah, A., & Kurnia, A. (2021). A new approach to statistical downscaling using tweedie compound poisson gamma response and lasso regularization. *Communications in Mathematical Biology and Neuroscience*, 2021, 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.28919/cmbn/5936>
- Hudori, M., Azzahra, A., Sari, Y. V., & Nuraini, N. (2024). Manajemen Data Produksi Barang di PT. Tirta Gemilang Rahayu Menggunakan Jurnal Mekari. *Jurnal Tiyasadarma*, 2(1 SE-Article), 25–29. <https://doi.org/10.62375/jta.v2i1.336>
- Jiang, R., Xiang, Z., & Wang, T. (2023). A Flexible Zero-Inflated Poisson-Gamma Model with Application to Microbiome Sequence Count Data. *Journal of the American Statistical Association*,

118(542), 792–804.
<https://doi.org/10.1080/01621459.2022.2151447>

Kaleka, M. B. U., Nasar, A., Daud, M. H., Ika, Y. E., & Harso, A. (2020). Pelatihan Dan Pendampingan Penelitian Tindakan Kelas (Ptk) Bagi Guru-Guru Smp Rayon Kecamatan Nangapanda. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (MEDITEG)*, 5(2 SE-Articles), 47–54. <https://doi.org/10.34128/mediteg.v5i2.74>

Rakhmalia, R. I., Soleh, A. M., & Sartono, B. (2020). Pendugaan Curah Hujan Dengan Teknik Statistical Downscaling Menggunakan Clusterwise Regression Sebaran Tweedie. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 4(3 SE-Articles), 473–483. <https://doi.org/10.29244/ijsa.v4i3.667>

Sutikno, S., Setiawan, S., & Purnomoadi, H. (2010). Statistical Downscaling Output GCM Modeling with Continuum Regression and Pre-Processing PCA Approach. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, 21. <https://doi.org/10.12962/j20882033.v21i3.41>

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Dr. Ma'rufah Hayati MT, S.Si., M.Si



Lahir di Lampung Timur, 15 Juli 1990. Staf pengajar di Universitas Nahdlatul Ulama Lampung. Studi S1 Matematika Universitas Lampung, lulus tahun 2012; S2 Matematika Universitas Gadjah Mada, lulus tahun 2015; dan S3 Statistika dan Sains Data Institut Pertanian Bogor , lulus tahun 2022.

Mahfuz Hudori, S.Si., M.Si



Lahir di Lampung Selatan, 11 April 1989. Staf pengajar di Universitas Nahdlatul Ulama Lampung. Studi S1 Matematika Universitas Lampung, lulus tahun 2012; S2 Statistika Terapan Institut Pertanian Bogor , lulus tahun 2016.

Reni Permata Sari, S.Si., M.Si



Lahir di Metro, 02 Maret 1992. Staf pengajar di Universitas Nahdlatul Ulama Lampung. Studi S1 Matematika Universitas Lampung, lulus tahun 2014; S2 Matematika Universitas Lampung, lulus tahun 2016.