

PEMODELAN SUHU PERMUKAAN LAHAN DENGAN ALGORITMA XGBOOST DAN CELLULAR AUTOMATA-MARKOV CHAIN DI KAWASAN PERKOTAAN YOGYAKARTA DAN SEKITARNYA TAHUN 1999-2029

Latar Belakang

Dilansir dari Tempo (2024), BMKG melaporkan masifnya angka penyusutan gletser dan salju abadi di puncak tertinggi Indonesia, yakni Puncak Jaya, Pegunungan Jayawijaya, Papua. Anomali ini memantik pertanyaan: jika peningkatan temperatur global berdampak sangat signifikan di dataran tinggi yang secara alami lebih dingin, lantas bagaimana dengan dataran rendah yang secara alami lebih panas? Berangkat dari hal tersebut, dilakukanlah pemetaan spasio-temporal suhu permukaan lahan (LST) di dataran rendah Kawasan Perkotaan Yogyakarta (KPY) dan sekitarnya lalu dibuatlah model prediksi machine learning untuk melihat proyeksi LST pada masa mendatang.

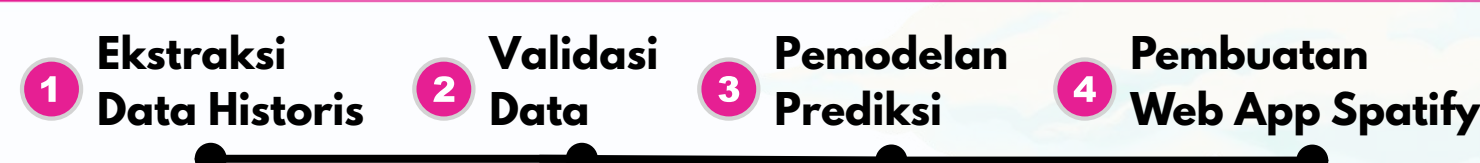
Tujuan

1. Mengaplikasikan Google Earth Engine untuk mengetahui distribusi LST tahun 1999–2024 (interval waktu lima tahun) di KPY dan sekitarnya.
2. Menerapkan algoritma XGBoost dan Cellular Automata-Markov Chain (CA-Markov) untuk memprediksi penutup lahan, indeks (NDVI, NDBI, NDMI), dan LST tahun 2029.
3. Menyajikan visualisasi LST, penutup lahan, dan indeks tahun 1999–2029 dalam web app interaktif Spatify.

Alat dan Bahan



Metode

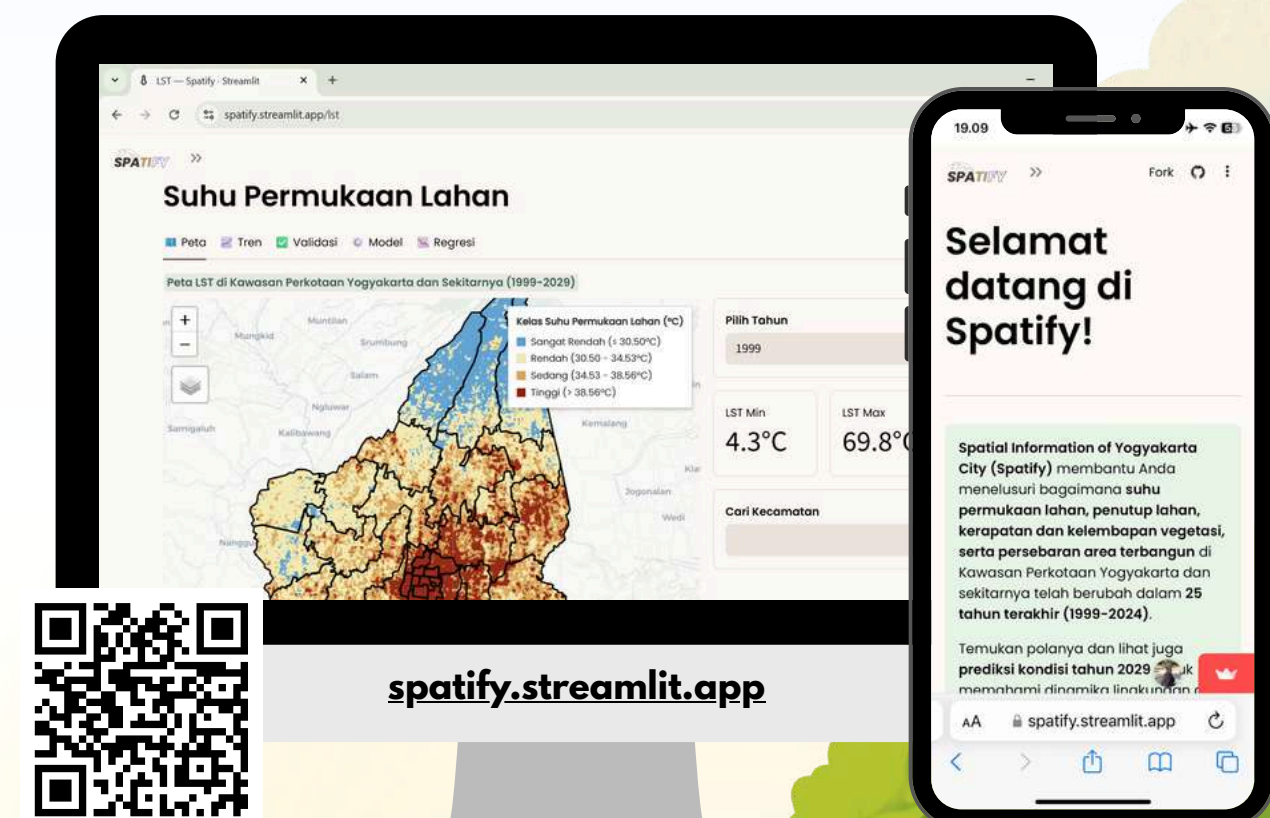


Parameter

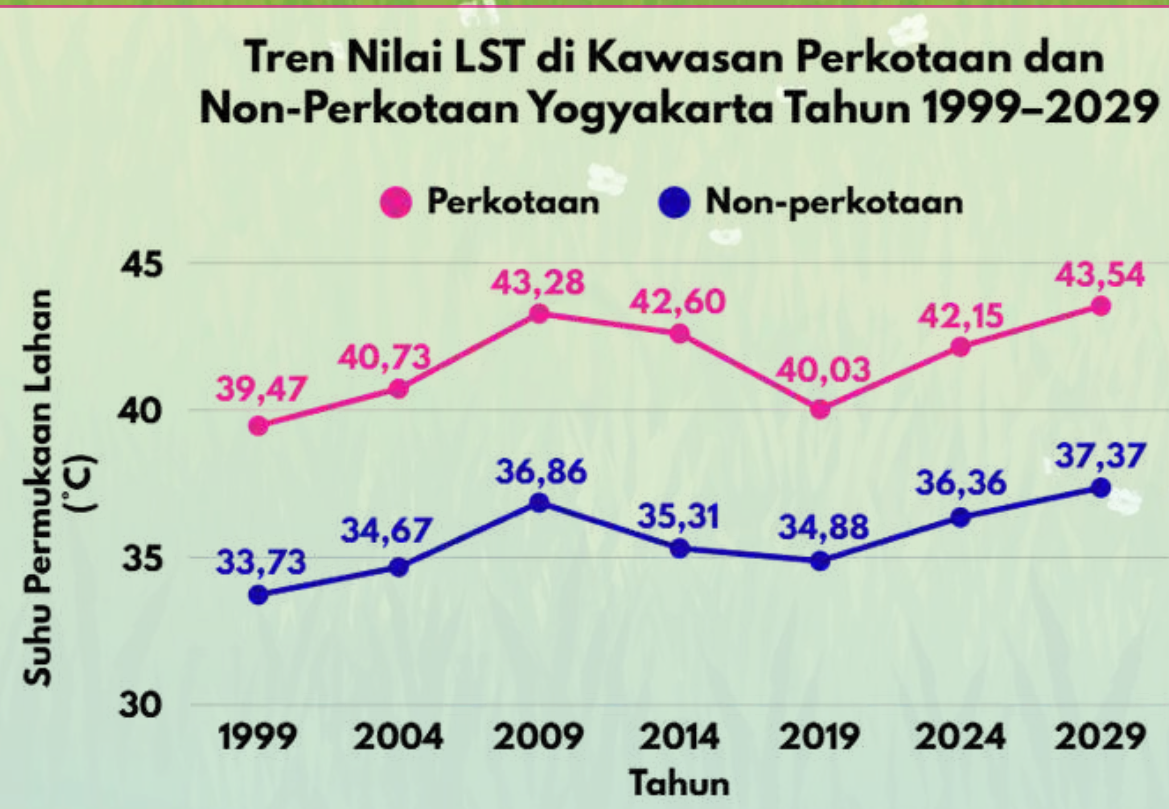
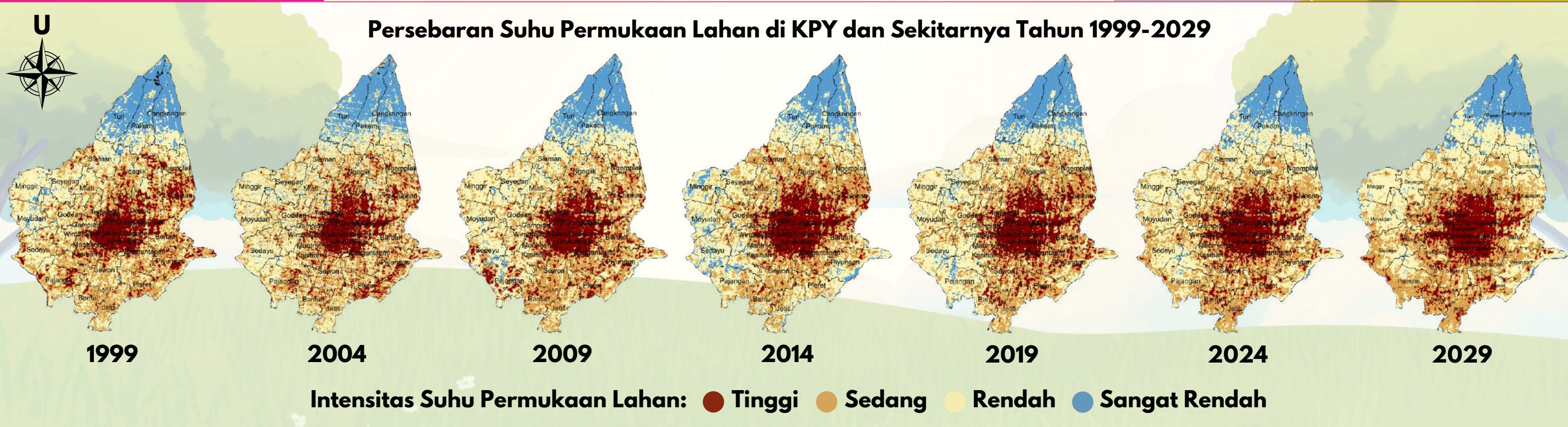
- LST • Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) • Area Terbangun (NDBI) • Kelembapan Vegetasi (NDMI) • Penutup Lahan • Elevasi • Slope

Kesimpulan

1. Google Earth Engine **efektif** untuk ekstraksi data LST tahun 1999-2024.
2. Model prediksi penutup lahan (CA-Markov) menghasilkan overall accuracy **89,41%** dan kappa **83,24%** (almost perfect agreement). Model prediksi LST (XGBoost) mampu menjelaskan 96% variasi nilai LST ($R^2 > 0,96$) dengan error kecil (RMSE **0,79°C**; MAE **0,61°C**), di mana toleransi error dalam prediksi LST adalah $\pm 2^\circ\text{C}$ (Arunab & Mathew, 2024). Artinya, kedua model **valid** dan **layak** untuk memprediksi penutup lahan dan LST tahun 2029.
3. Hasil pemodelan parameter divisualisasikan dalam web app Spatify yang dibangun menggunakan framework Streamlit berbasis bahasa Python dengan perolehan skor usability sebesar **89,18%** yang dikategorikan baik.



Hasil dan Pembahasan



- Pada tahun 1999-2009, intensitas **LST tinggi** terpusat di Kota Yogyakarta dan Kapanewon Depok yang meluas ke wilayah sekitarnya sejak tahun 2014. Sebaliknya, intensitas **LST sangat rendah** konsisten mendominasi dataran tinggi Kapanewon Turi, Pakem, dan Cangkringan selama periode 1999-2029.
- Nilai LST terendah di KPY dan sekitarnya tercatat pada tahun **1999** sebesar **34,53°C**, sedangkan nilai LST tertinggi tercatat sebesar **38,35°C** pada **prediksi** tahun **2029**. Hal ini mengindikasikan adanya tren peningkatan suhu permukaan lahan yang linier dengan ekspansi lahan terbangun di wilayah kajian.
- Lebih spesifik, selama tiga dekade, wilayah dengan LST paling tinggi adalah **Kemantren Kraton** dengan rata-rata suhu sebesar **45,14°C** per tahun. Sementara wilayah dengan LST paling rendah adalah **Kapanewon Cangkringan** dengan rata-rata suhu sebesar **30,65°C** tiap tahunnya.
- Guna optimalisasi LST di masa depan, diperlukan upaya mitigasi berupa revitalisasi ruang terbuka hijau (**RTH**) khususnya di titik-titik dengan LST tinggi.

*Surface Reflectance

• Arunab, K. S., & Mathew, A. (2024). Exploring Spatial Machine Learning Techniques for Improving Land Surface Temperature Prediction. Kuwait Journal of Science, 51. 1–9.
• Tempo. (2024, 4 Desember). Salju Abadi di Pegunungan Jayawijaya Papua Mulai Mencair. (https://www.tempo.co/foto/arsip/salju-abadi-di-pegunungan-jayawijaya-papua-mulai-mencair-1176911, diakses 12 Juni 2025).

Penyusun
Pramitha Dewi

Dosen Pembimbing
Karen Slamet Harjo, S.Si., M.Sc.