

## INTISARI

Kota Makassar, kota terbesar di Indonesia Timur, tercatat sebagai salah satu kota dengan panas yang tidak biasa di dunia di tahun 2024 akibat dampak perubahan iklim. Fenomena ini tampak dari peningkatan *Surface Urban Heat Island Intensity* (SUHII) yang dipicu oleh konvergensi pertumbuhan ekonomi, ekspansi lahan terbangun yang masif, dan kerentanan iklim pesisir. Di sisi lain, upaya mitigasi melalui penambahan *Ruang Terbuka Hijau* (RTH) terhambat oleh keterbatasan lahan dan pendanaan. Sementara itu, model perencanaan saat ini masih sulit memetakan dinamika fisik kota yang linear dan kompleks, padahal pemetaan risiko termal masa depan sangat penting untuk mencegah eskalasi suhu yang lebih ekstrim. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merumuskan strategi mitigasi fenomena SUHI di Kota Makassar yang adaptif melalui analisis sebaran dan pola spasial pada periode 2004-2024, analisis faktor-faktor determinan SUHII dan pemodelan proyeksi SUHII tahun 2029 dan 2034.

Analisis pola spasial SUHII Kota Makassar periode 2004-2024 dilakukan dengan menggunakan *Global Moran's Index* dan *Getis-Ord  $G_i^*$*  untuk mengidentifikasi autokorelasi dan titik panas (*hot spot*). Selain itu, analisis faktor-faktor determinan terhadap dinamika SUHII menggunakan *Mutual Information* (MI) dan matrik korelasi Spearman. Serta, pemodelan proyeksi SUHII tahun 2029 dan 2034 menggunakan pendekatan model dari model yang mengintegrasikan proyeksi *Land Surface Temperature* (LST) menggunakan *Random Trees Regression* dan proyeksi *Local Climate Zone* (LCZ) menggunakan *Multi-Layer Perceptron Neural Network* (MLP-NN), *Markov Chain* dan *Multi-Objective Land Allocation* (MOLA).

Analisis periode 2004-2024 menunjukkan pola SUHII di Kota Makassar terkluster secara signifikan (Moran's  $I = 0,70$ ;  $z$ -score = 66,28) dengan *hot spot* utama di pusat dan selatan kota. Kepadatan penduduk (MI = 0,22) dan NDBI (MI = 0,17) teridentifikasi sebagai determinan utama terhadap dinamika SUHII. Lebih lanjut, Model proyeksi LST menunjukkan performa tangguh dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,85 dan akurasi MAPE sebesar 4% (0,04). Secara paralel, model proyeksi LCZ menunjukkan kemampuan replikasi struktur spasial kota dengan akurasi tinggi terlihat pada nilai *Figure of Merit* (FoM) sebesar 5,73%, indeks Kappa sebesar 0,92 dan nilai AUC sebesar 0,89. Hasil proyeksi SUHII menunjukkan intensifikasi SUHII maksimum hingga 8,09°C pada tahun 2034. Peningkatan ini disebabkan oleh hilangnya 1.202 hektar aset pendingin alami (badan air dan vegetasi) dengan pergeseran episentrum panas ke wilayah reklamasi di pesisir utara, khususnya Kecamatan Tallo. Berdasarkan hasil analisis tersebut, strategi mitigasi dirumuskan berdasarkan prioritas spasial dengan fokus pada penerapan *Cool Roofs* dan vegetasi vertikal di pusat kota yang padat, serta pembangunan *Coastal Green Belt* pada kawasan reklamasi untuk memperkuat ketahanan iklim perkotaan yang adaptif.

**Kata Kunci :** *surface urban heat island intensity, local climate zone, random trees regression, makassar, strategi mitigasi*

## ***ABSTRACT***

Makassar, the largest city in Eastern Indonesia, was listed among the world's most unusually hot cities in 2024 due to the impact of climate change. This phenomenon is reflected in the intensification of Surface Urban Heat Island Intensity (SUHII), driven by a convergence of economic growth, massive expansion of built-up areas, and coastal climate vulnerability. Meanwhile, mitigation efforts to add Green Open Space (GOS) are hindered by land and funding constraints. While current planning models struggle to map non-linear and complex urban physical dynamics, even though mapping future thermal risks is crucial to preventing more extreme temperature increases. Therefore, this study aims to formulate an adaptive SUHI mitigation strategy in Makassar City through an analysis of the spatial distribution and patterns for the 2004-2024 period, an analysis of the determinants of SUHII, and modeling SUHI predictions for 2029 and 2034.

The spatial pattern analysis of SUHII in Makassar City for the 2004 – 2024 period was conducted using the Global Moran's Index and Getis-Ord  $G_i^*$  to identify autocorrelation and hotspots. Then, the determinants of SUHII dynamics were analyzed using Mutual Information (MI) and the Spearman correlation matrix. Furthermore, the SUHII prediction modeling for 2029 and 2034 used a “model of models” approach, integrating Land Surface Temperature (LST) predictions using Random Trees Regression and Local Climate Zone (LCZ) predictions using Multi-Layer Perceptron Neural Networks (MLP-NN), Markov Chain, and Multi-Objective Land Allocation (MOLA).

Analysis of the 2004-2024 period shows that SUHII pattern in Makassar City are significantly clustered (Moran's  $I = 0.70$ ;  $z$ -score = 66.28), with primary hotspots located in central and southern regions. Population density (MI = 0.22) and NDBI (MI = 0.17) were identified as primary determinants of SUHII dynamics. Furthermore, the LST prediction model shows robust performance with a coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.85 and an MAPE accuracy of 4% (0.04). In parallel, the LCZ prediction model demonstrated the ability to replicate the city's spatial structure with high accuracy, as evidenced by Figure of Merit (FoM) of 5.73%, Kappa index of 0.92, and AUC of 0.89. The SUHII prediction results indicate a maximum SUHII intensification of 8.09°C by 2034. This escalation is attributed to the loss of 1,202 hectares of natural cooling assets (water bodies and vegetation), with a shift in the heat epicenter toward northern reclamation areas, specifically Tallo Districts. Based on these findings, mitigation strategies are formulated through spatial priorities, focusing on the implementation of Cool Roofs and vertical vegetation in dense urban centers, as well as the development of a Coastal Green Belt in reclamation areas to strengthen adaptive urban climate resilience.

**Keywords** : surface urban heat island intensity, local climate zone, random tree regression, makassar, mitigation strategy