

ABSTRAK

Pencahayaan alami merupakan elemen penting dalam menciptakan lingkungan belajar yang sehat dan produktif. Namun, penerapannya di kawasan urban padat beriklim tropis menghadapi tantangan kompleks akibat tingginya kepadatan bangunan dan keterbatasan ruang. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi variabel desain yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap performa pencahayaan alami ruang kelas serta mengevaluasi pengaruh konteks bangunan sekitar terhadap sensitivitas variabel tersebut. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental berbasis simulasi digital dengan Ladybug Tools dan validasi model maket skala 1:10. Sepuluh variabel desain dianalisis menggunakan metode Latin Hypercube Sampling (LHS) dengan 1000 sampel simulasi, meliputi kedalaman peneduh (X_1 , X_2), elevasi peneduh (X_3 , X_4), WWR (X_5 , X_6), jarak konteks (X_7 , X_8), dan tinggi konteks (X_9 , X_{10}). Metrik pencahayaan yang dievaluasi mencakup ASE, sDA, dan aUDI. Analisis sensitivitas menggunakan Standardized Regression Coefficient (SRC) menunjukkan bahwa WWR selatan (X_6) dan WWR utara (X_5) memiliki pengaruh paling signifikan terhadap seluruh metrik pencahayaan dengan nilai SRC tertinggi, diikuti oleh kedalaman peneduh selatan (X_2). Sebaliknya, variabel jarak dan tinggi konteks bangunan (X_7 – X_{10}) menunjukkan nilai sensitivitas yang sangat rendah (mendekati 0), mengindikasikan bahwa keberadaan konteks bangunan di sekitar ruang kelas tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pencahayaan alami. Hasil validasi model menunjukkan tingkat akurasi memadai dengan nilai RMSE 15,56%–16,76%. Temuan ini memberikan implikasi praktis bahwa optimasi desain pencahayaan alami di kawasan urban padat beriklim tropis sebaiknya difokuskan pada pengaturan WWR dan dimensi peneduh, sementara variabel konteks dapat menjadi pertimbangan sekunder dalam proses desain.

Kata kunci: pencahayaan alami, analisis sensitivitas, ruang kelas, urban padat, iklim tropis, WWR, simulasi building performance

ABSTRACT

Daylighting is a crucial element in creating healthy and productive learning environments. However, its implementation in densely populated tropical urban areas faces complex challenges due to high building density and spatial constraints. This study aims to identify design variables with high sensitivity to classroom daylighting performance and evaluate the influence of surrounding building context on the sensitivity of these variables. The research employs a quantitative experimental approach based on digital simulation using Ladybug Tools and validation with a 1:10 scale physical model. Ten design variables were analyzed using Latin Hypercube Sampling (LHS) method with 1000 simulation samples, including shading depth (X_1 , X_2), shading elevation (X_3 , X_4), WWR (X_5 , X_6), context distance (X_7 , X_8), and context height (X_9 , X_{10}). Evaluated daylighting metrics include ASE, sDA, and aUDI. Sensitivity analysis using Standardized Regression Coefficient (SRC) reveals that south-facing WWR (X_6) and north-facing WWR (X_5) have the most significant influence on all daylighting metrics with the highest SRC values, followed by south-facing shading depth (X_2). Conversely, variables related to building context distance and height (X_7 – X_{10}) demonstrate very low sensitivity values (approaching 0), indicating that the presence of surrounding building context does not significantly affect daylighting in the classroom. Model validation results show adequate accuracy with RMSE values of 15.56%–16.76%. These findings provide practical implications that daylighting design optimization in densely populated tropical urban areas should focus primarily on WWR configuration and shading dimensions, while context variables may be considered secondary factors in the design process.

Keywords: *daylighting, sensitivity analysis, classroom, dense urban, tropical climate, WWR, building performance simulation*