

## PROSES PENGEMBANGAN *DIGITAL TWIN* DALAM PENGELOLAAN KOTA

### INTISARI

Teknologi *Digital Twin* (DT) berkembang pesat sebagai komponen strategis dalam pengelolaan smart city. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan proses pengembangan DT dalam pengelolaan kota melalui pendekatan studi kasus global yang diidentifikasi secara sistematis. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur sistematis dengan mengadopsi metode PRISMA, mencakup tahapan identifikasi, penyaringan, evaluasi kelayakan, dan penyertaan. Sebanyak 3.057 literatur awal diidentifikasi melalui Scopus dan Google Scholar, sebanyak 19 literatur terpilih yang terdiri dari 16 studi kasus di analisis secara mendalam menggunakan pendekatan analisis konten.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan DT tidak hanya berfungsi untuk visualisasi, tetapi mencakup seluruh siklus manajemen kota berdasarkan kerangka POAC (*Planning, Organizing, Actuating, Controlling*). DT diterapkan secara adaptif pada berbagai sektor pengelolaan kota, dengan tahapan pengembangan yang bersifat dinamis dan kontekstual. Analisis tahapan pengembangan DT mengacu pada model evolusi Jeong et al. (2022), menunjukkan bahwa sebagian besar kota telah berada pada tahap pemodelan-simulasi dan federasi, dengan karakteristik pengembangan yang bersifat iteratif, dinamis, dan kontekstual. Berdasarkan studi empiris, empat tipe pola umum pengembangan DT teridentifikasi, yaitu: diawali pengembangan sistem, pengumpulan data, perencanaan strategis, dan pembentukan lembaga. Teknologi yang digunakan beragam mencakup akuisisi data, pemodelan, integrasi, hingga kecerdasan buatan. Data yang dimanfaatkan beragam, dengan penekanan pada keterbukaan dan interoperabilitas.

Kolaborasi multipihak dalam bentuk Quadruple dan Quintuple Helix menjadi elemen penting dalam pengembangan, sementara pembiayaan dilakukan melalui skema multi-sumber (*blended funding*) yang mencakup dana publik, dana internasional, riset, swasta, hingga kompetisi teknologi.

Faktor pendukung utama mencakup kolaborasi multi stakeholder, teknologi canggih, ketersediaan data, dan ketersediaan infrastruktur. Sementara itu, faktor penghambat yang dihadapi mencakup kompleksitas interoperabilitas sistem, isu teknis dan infrastruktur, keterbatasan pembiayaan, hingga rendahnya partisipasi publik. Temuan ini menggarisbawahi bahwa pengembangan DT merupakan proses adaptif yang membutuhkan tata kelola yang kolaboratif, responsif, dan berbasis data.

**Kata kunci:** Digital Twin, Smart City, Pengelolaan Kota, PRISMA, Proses Pengembangan

## THE DEVELOPMENT PROCESS OF DIGITAL TWIN IN URBAN MANAGEMENT

### ABSTRACT

*Digital Twin (DT) technology has rapidly evolved as a strategic component in smart city management. This study aims to describe the development process of DT in urban management through a global case study approach, identified systematically. The method used is a systematic literature review adopting the PRISMA framework, which includes the stages of identification, screening, eligibility assessment, and inclusion. A total of 3,057 initial records were identified from Scopus and Google Scholar, and 19 studies, including 16 case studies, were selected for in-depth content analysis.*

*The findings reveal that DT is not only used for visualization purposes but also supports the entire cycle of urban management based on the POAC framework (Planning, Organizing, Actuating, Controlling). DT has been applied adaptively across various urban sectors, with development stages characterized as dynamic and context-specific. The analysis refers to the DT evolution model by Jeong et al. (2022), showing that most cities are in the modeling-simulation and federation stages, with iterative and adaptive development processes. Based on empirical studies, four common development patterns were identified: starting with system development, data collection, strategic planning, and institutional formation. The technologies used are diverse, ranging from data acquisition, modeling, system integration, to artificial intelligence. The data utilized also varies widely, emphasizing openness and interoperability.*

*Multi-stakeholder collaboration in the form of Quadruple and Quintuple Helix models is a key element in DT development, while funding is implemented through blended sources, including public, international, research, private, and technology competition funding. Supporting factors include stakeholder collaboration, advanced technologies, data availability, and infrastructure, while key challenges involve system interoperability, technical issues, limited funding, and low public participation.*

**Keywords:** *Digital Twin, Smart City, Urban Management, PRISMA Systematic Review, Development Process*