UrbanScope: *GeoSpasial Digital Twin Platform*

Riset Pengembangan Unggulan 3P Tahun 2026

Deni Suwardhi [1], Agus Ambarwari [2], Ratri Widyastuti [1], Rizqi Abdulharis [1], Andri Hernandi [1], Sella Lestari Nurmaulia [1], Alfita Puspa Handayani [1], Nabila Sofia Eryan Putri [1], Asep Yusup Saptari [1], Irwan Meilano [1], Reza Darmakusuma [2].

[1] Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian - ITB

[2] SekolahTeknik Elektro dan Informatika - ITB

Abstrak

Dalam *Urban Digital Twin*, semantic mesh, CityGML, dan 3D Gaussian Splatting (3DGS) menawarkan detail permukaan, informasi objek terstruktur, dan tampilan fotorealistik yang saling melengkapi. UrbanScope mengintegrasikannya melalui **kerangka geospasial kanonikal** yang mencakup **Reference Model** sebagai acuan identitas dan geometri objek, **Observation Model** untuk menyimpan pengamatan beserta asal datanya, serta **Correspondence Model** untuk menautkan pengamatan ke node referensi. Kerangka ini mendukung pembentukan berbagai representasi dengan identitas objek yang konsisten, penelusuran riwayat pembaruan, serta pembedaan antara penambahan detail model dan perubahan fisik. Implementasi awal menggunakan data Kampus ITB Ganesha sebagai fondasi aplikasi kadaster, pemantauan lingkungan, dan perencanaan kota inklusif.

Keyword: Research 1, Research 2, Research 3.

Latar Belakang

Representasi Digital Kota dan Lanskap dalam bentuk Semantic mesh, CityGML, dan 3DGS menyajikan lingkungan dengan struktur serta kemampuan yang berbeda. Pengelolaan secara terpisah menyulitkan pengenalan objek yang sama, penelusuran sumber data, dan pembaruan informasi. Diperlukan model acuan bersama yang menghubungkan berbagai representasi sekaligus membedakan penyempurnaan model dari perubahan fisik di lapangan.

Pertanyaan Riset

Bagaimana membangun kerangka geospasial kanonikal yang menjaga identitas objek, menghubungkan pengamatan dengan geometri acuan, serta mendukung pembentukan berbagai representasi 3D dan penelusuran pembaruannya?

Tujuan Penelitian

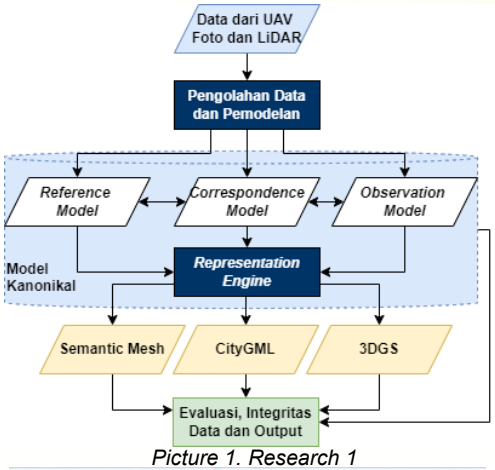
1. Mengembangkan ***Reference***, ***Observation***, dan ***Correspondence*** *Model* sebagai fondasi data UrbanScope.
2. Menghasilkan berbagai representasi 3D yang terhubung melalui acuan objek yang sama.
3. Mendukung pengelolaan pembaruan yang membedakan penambahan pengetahuan dari perubahan fisik.

Evaluasi yang Dilakukan

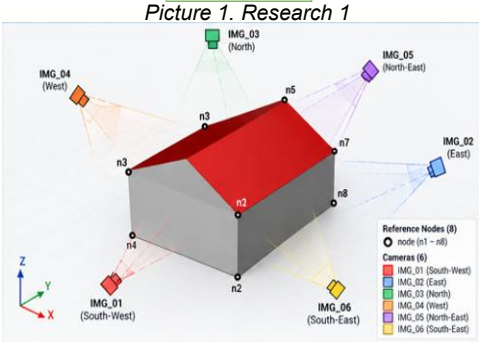
Evaluasi awal menggunakan demonstrator sintetis FZK-Haus dan data Kampus ITB Ganesha, meliputi:

- **Keterhubungan data:** pemeriksaan relasi Object–Patch–Triangle–Node serta keunikan ID Object dan Patch.
- **Korespondensi pengamatan:** pemeriksaan cakupan proyeksi titik citra ke node referensi dan pencatatan keterlihatan objek.
- **Pembentukan representasi:** demonstrasi output CityGML dan 3DGS melalui Representation Engine.

Metode Penelitian



Picture 1. Research 1



FZK-Haus LoD2: kamera virtual dan korespondensi ke node referensi. Data sintetis.

Contoh Data FZK-Haus

Reference Model

1 objek, 6 patch semantik, 8 node referensi

object_id	nama	kelas
1	FZK-Haus	Building

patch_id	object_id	nama
1	1	Wall South
5	1	Roof Left

node_id	X	Y	Z
1	0	0	0
4	0	6	0
5	0	0	6

Observation Model

1 akuisisi, 1 kamera virtual, 6 citra dan pose

image_id	akuisisi	kamera
IMG_01	ACQ_01	CAM_01
IMG_02	ACQ_01	CAM_01

Pose: posisi dan orientasi kamera tiap citra.
Titik citra: koordinat u dan v pada citra.

Correspondence Model

titik citra	node_id	metode
IMG_01_pt_01	1	DUMMY_PROJ
IMG_01_pt_02	4	DUMMY_PROJ
IMG_01_pt_03	5	DUMMY_PROJ

Cuplikan data sintetis untuk memperlihatkan tautan ID.

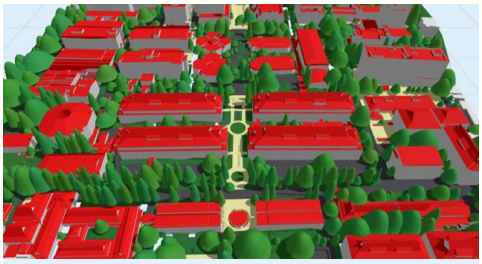
Hasil dan Implementasi

Implementasi Kampus ITB Ganesha mencakup Reference Model serta output CityGML dan 3DGS dari Representation Engine.



Reference Model Kampus ITB Ganesha

Representation Engine



Output CityGML



Output 3D Gaussian Splatting (3DGS)

Entitas	Jumlah	Entitas	Jumlah
Object	2.325	Patch	6.045
Triangle	873.127	Node	438.145
Citra	396	Titik–node	18.730

Kesimpulan

UrbanScope menyediakan fondasi integrasi semantic mesh, CityGML, dan 3DGS melalui model acuan bersama yang menjaga identitas objek serta keterhubungannya dengan bukti pengamatan. Implementasi awal pada Kampus ITB Ganesha menunjukkan keterhubungan Reference, Observation, dan Correspondence Model serta pembentukan berbagai representasi 3D. Fondasi ini mendukung pengembangan digital twin untuk kadaster, lingkungan, dan kota inklusif, dengan pengujian pembaruan lintas waktu sebagai tahap lanjutan.