



# Heritage Building Information Modelling (HBIM): Kajian Studi Kasus untuk Konservasi Warisan Budaya Indonesia

Filipus Priyo Suprobo<sup>1</sup>, Ary Dwi Jatmiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arsitektur, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, Email: priyosuprobo@widyakartika.ac.id

<sup>2</sup>Teknik Sipil, Universitas Widya Kartika, Surabaya, Indonesia, Email: arydejee@widyakartika.ac.id

## STATUS ARTIKEL

Dikirim 24 Maret 2025  
Direvisi 15 April 2025  
Diterima 18 April 2025

**Kata Kunci:**  
*BIM, Heritage Building Information Modelling (HBIM), Indonesia, Konservasi, Warisan Budaya*

## ABSTRAK

*Heritage Building Information Modelling (HBIM)* muncul sebagai evolusi dari *Building Information Modelling (BIM)* konvensional, menawarkan solusi digital yang komprehensif untuk memahami, mendokumentasikan, dan merekonstruksi warisan bangunan secara virtual. Makalah ini menyajikan tinjauan pustaka sistematis terhadap studi kasus penerapan HBIM di Indonesia, dengan tujuan menganalisis konsep dasar HBIM, meninjau kebijakan dan tingkat adopsi BIM di Indonesia, serta mengevaluasi metodologi, manfaat, dan tantangan yang dihadapi dalam studi-studi terdahulu. Empat studi kasus utama di Indonesia — Au Bon Marche-Braga di Bandung, Istana Alwatzikhoebillah Sambas, Pura Besakih di Bali, dan Bangunan Herman Yohannes serta Tjahjana Adi di Kompleks Pantja Dharma UGM — dianalisis secara komparatif. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa HBIM secara signifikan meningkatkan kemampuan dokumentasi historis dan *real-time*, memfasilitasi manajemen fasilitas, mendukung kolaborasi multidisiplin, dan berfungsi sebagai alat edukasi yang efektif. Namun, implementasinya di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk keterbatasan keterampilan teknis, kurangnya standarisasi, data *voids*, biaya awal yang tinggi, dan birokrasi. Meskipun pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmen terhadap adopsi BIM melalui *roadmap* dan regulasi, pemahaman yang belum menyeluruh dan kurangnya integrasi sistemik masih menjadi hambatan.

**Kata Kunci:** *BIM, Heritage Building Information Modelling (HBIM), Indonesia, Konservasi, Warisan Budaya.*

## 1. PENDAHULUAN

Bangunan cagar budaya merupakan cerminan peradaban, identitas, dan nilai-nilai historis suatu bangsa. Pelestarian warisan budaya berwujud ini mencakup upaya kompleks mulai dari pengumpulan informasi detail, representasi yang akurat, identifikasi proses konstruksi tradisional, hingga klasifikasi era historis bangunan, konservasi, atau renovasi (Sampaio et al., 2023). Di Indonesia, warisan budaya memiliki peran krusial dalam memperkuat jati diri bangsa dan berpotensi meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pemanfaatannya yang bijaksana (Alya et al., 2023). Namun, metode pelestarian tradisional seringkali dihadapkan pada kendala signifikan, seperti kesulitan koordinasi antar pihak dan kompleksitas dalam pengumpulan data yang akurat dan komprehensif di lapangan. Keterbatasan ini menghambat upaya pemugaran, pemeliharaan, dan pengawetan bangunan cagar budaya agar tetap mempertahankan keasliannya.

*Building Information Modelling (BIM)* telah muncul sebagai paradigma baru dalam industri konstruksi. BIM adalah teknik pemodelan digital dan manajemen informasi yang memungkinkan representasi seluruh pekerjaan proyek dalam bentuk digital (Lovell et al., 2023). Di Indonesia, konsep BIM secara formal diperkenalkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) pada tahun 2017, diikuti dengan penyusunan *roadmap* implementasi BIM yang ambisius untuk adopsi, digitalisasi, kolaborasi, dan integrasi hingga tahun 2024 (Sopaheluwakan & Adi, 2020). Langkah ini menunjukkan komitmen pemerintah

untuk memodernisasi sektor konstruksi, yang secara langsung turut membuka jalan bagi aplikasi teknologi serupa dalam konteks pelestarian warisan budaya.

BIM mengalami evolusi menjadi *Heritage Building Information Modelling* (HBIM) dalam konteks bangunan bersejarah (Lovell et al., 2023). HBIM adalah aplikasi spesifik BIM untuk aset-aset yang memiliki signifikansi historis, atau yang dikenal sebagai Warisan Budaya (*Cultural Heritage*). Teknologi ini dianggap sebagai alat yang sedang berkembang pesat, memungkinkan pemahaman mendalam, dokumentasi akurat, promosi, dan bahkan rekonstruksi virtual bangunan cagar budaya. Model HBIM dirancang sebagai dukungan esensial bagi para profesional untuk menyusun proyek pelestarian, karena kemampuannya mengarsipkan data yang relevan secara sistematis (Sampaio et al., 2023).

Pentingnya HBIM terletak pada kemampuannya untuk memodelkan elemen arsitektur sesuai dengan tipologi artistik, historis, dan konstruktif yang unik pada bangunan cagar budaya. Berbeda dengan BIM konvensional yang dirancang untuk proyek baru, HBIM harus mampu mencerminkan kompleksitas dan stratifikasi historis bangunan (Celli & Ottoni, 2023). Hal ini dijalankan dengan mengumpulkan berbagai data, baik data grafis dari pemindaian laser 3D dan fotogrametri, maupun data semantik dan tipologis dari analisis teknis, manuskrip, dan dokumentasi historis, ke dalam satu platform. HBIM menyederhanakan proses pengetahuan sehingga menjadi dasar kegiatan konservasi (López et al., 2018). Selain itu, HBIM memfasilitasi pertukaran data semantik dan geospasial secara interdisipliner antar para ahli di bidang arsitektur *heritage*, yang sangat penting, mengingat sifat multidisiplin dari proyek pelestarian. Transisi dari tantangan pelestarian tradisional ke kebutuhan akan solusi digital seperti HBIM menciptakan narasi yang menarik untuk kajian ini. Penyebutan eksplisit adopsi BIM formal di Indonesia memberikan konteks nasional yang kuat, menunjukkan lahan subur untuk penelitian dan implementasi HBIM, meskipun ada kompleksitas yang kuat dari konteks warisan budaya sendiri.

---

## 2. METODE KAJIAN

Kajian ini mengadopsi pendekatan tinjauan pustaka sistematis sederhana (*systematic literature review*) untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis informasi relevan mengenai penerapan *Heritage Building Information Modelling* (HBIM) untuk konservasi warisan budaya di Indonesia. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tinjauan pustaka ini adalah sebagai berikut (McCombes, 2023):

- 1) Definisi Topik Utama dan Kata Kunci: Tahap awal melibatkan penetapan topik utama kajian, yaitu penerapan HBIM dalam konservasi warisan budaya di Indonesia. Untuk memastikan cakupan literatur yang relevan, serangkaian kata kunci yang spesifik dan terkait telah diidentifikasi. Kata kunci ini meliputi: "*Heritage Building Information Modelling*," "HBIM," "BIM for cultural heritage," "digitalisasi warisan budaya Indonesia," "studi kasus BIM warisan budaya Indonesia," "penerapan HBIM di Indonesia," "kebijakan konservasi warisan budaya Indonesia," dan "adopsi BIM di Indonesia". Daftar kata kunci ini berfungsi sebagai panduan utama dalam proses pencarian literatur.
- 2) Pencarian Literatur: Pencarian literatur dilakukan melalui basis data akademik *Scholar Google*, dengan penekanan khusus pada publikasi yang berfokus pada konteks HBIM di Indonesia. Sumber-sumber yang ditelusuri di tingkatan ini mengarah kepada MDPI, *ResearchGate*, *Proceeding Itenas*, Jurnal UNTAN, UGM, dan *repository* universitas

lainnya. Batasan waktu publikasi tidak diterapkan secara ketat, namun prioritas diberikan pada publikasi terbaru untuk mencerminkan perkembangan terkini.

- 3) Evaluasi dan Seleksi Sumber: Setiap sumber yang teridentifikasi dievaluasi secara cermat berdasarkan relevansinya dengan topik HBIM dan studi kasus di Indonesia, serta kualitas akademiknya. Kriteria seleksi mencakup: (a) relevansi langsung dengan HBIM atau aplikasi BIM pada bangunan cagar budaya; (b) fokus geografis pada Indonesia; (c) jenis publikasi (jurnal ilmiah *peer-review*, prosiding konferensi yang kredibel, atau laporan penelitian dari institusi akademik); dan (d) kelengkapan informasi mengenai studi kasus, termasuk tujuan, metodologi, hasil, manfaat, dan tantangan yang dihadapi. Sumber yang tidak relevan dengan HBIM atau studi kasus di Indonesia dikeluarkan dari analisis konten utama.
- 4) Identifikasi Tema dan Kesenjangan: Literatur yang terpilih dianalisis secara mendalam untuk mengidentifikasi definisi HBIM, manfaat yang diklaim, tantangan implementasi, metodologi yang umum digunakan, serta studi kasus spesifik yang telah dilakukan di Indonesia. Perhatian khusus diberikan pada informasi yang mungkin kontradiktif, area penelitian yang kurang dibahas, atau kesenjangan dalam pemahaman yang ada. Proses ini membantu dalam memetakan lanskap penelitian HBIM di Indonesia dan mengidentifikasi area yang memerlukan eksplorasi lebih lanjut.
- 5) Ekstraksi Data Studi Kasus: Untuk setiap studi kasus yang dianggap relevan dan memenuhi kriteria seleksi, data spesifik diekstraksi secara sistematis. Data yang diekstraksi meliputi: nama bangunan atau situs yang menjadi objek studi, lokasi geografisnya, tahun publikasi studi, tujuan utama proyek HBIM, metodologi pengumpulan data (misalnya: pemindaian laser, fotogrametri), perangkat lunak yang digunakan (misalnya: *Autodesk Revit*, *SketchUp*, *Agisoft Metashape*), manfaat konkret yang berhasil dicapai, dan tantangan atau hambatan yang dihadapi selama implementasi (Alya et al., 2023).
- 6) Analisis dan Sintesis Data: Data yang telah diekstraksi dari berbagai studi kasus dianalisis secara komparatif. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi persamaan dan perbedaan dalam pendekatan, praktik terbaik yang muncul, serta tantangan umum maupun spesifik yang berulang dalam konteks Indonesia (Labaree, n.d.). Sintesis data ini memungkinkan pembentukan pemahaman yang holistik tentang *status quo* penerapan HBIM untuk konservasi warisan budaya di Indonesia, serta implikasinya bagi penelitian dan praktik di masa depan.

---

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Konsep Dasar *Heritage Building Information Modelling* (HBIM)

Evolusi HBIM dari BIM konvensional sangat penting untuk dipahami. BIM tradisional umumnya digunakan untuk proyek bangunan baru, di mana model dibuat berdasarkan gambar konstruksi dan diperbarui seiring kemajuan proyek. Namun, bangunan warisan sering kali tidak memiliki dokumentasi lengkap atau akurat, dan karakteristiknya jauh lebih kompleks serta tidak teratur dibandingkan struktur modern. Oleh karena itu, HBIM muncul sebagai respons terhadap kebutuhan spesifik ini, pertama kali disarankan sebagai evolusi BIM oleh Lovell et al. (2023).

Manfaat yang ditawarkan HBIM dalam pelestarian warisan budaya sangat beragam dan signifikan:

- 1) Dukungan Proyek Pelestarian: Model HBIM berfungsi sebagai dukungan yang sangat berguna bagi para profesional dalam menyusun proyek pelestarian. Ini dilakukan

dengan mengarsipkan data yang relevan secara sistematis, yang mencakup informasi detail tentang kondisi, material, dan sejarah bangunan (Sampaio et al., 2023).

- 2) **Pemahaman dan Dokumentasi Komprehensif:** HBIM memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang monumen warisan yang dianalisis, serta dokumentasi yang akurat dan rekonstruksi virtual. Ini mencakup kemampuan untuk mencerminkan kompleksitas dan stratifikasi warisan bangunan dengan mengumpulkan berbagai jenis data (geometris, semantik, historis) di satu tempat, yang menyederhanakan proses pengetahuan untuk kegiatan konservasi (Celli & Ottoni, 2023).
- 3) **Produksi Dokumentasi Teknis dan Model Virtual:** HBIM dapat digunakan untuk menghasilkan dokumentasi teknis konservasi seperti denah, pandangan, elevasi, dan potongan, serta model virtual 3D secara semi-otomatis. Kemampuan ini sangat berharga untuk perencanaan dan pelaksanaan intervensi konservasi.
- 4) **Fleksibilitas Pemodelan dan Rekayasa Balik:** HBIM memungkinkan transformasi dan perubahan bentuk yang cepat, yang sangat membantu dalam proses rekayasa balik (*reverse engineering*) untuk memahami bagaimana bangunan itu dibangun atau berevolusi seiring waktu.
- 5) **Fasilitasi Pertukaran Data Interdisipliner:** Peningkatan penggunaan pustaka HBIM telah menunjukkan kegunaannya dalam memfasilitasi pertukaran objek/data semantik dan geospasial secara interdisipliner antar para ahli dari berbagai disiplin ilmu di bidang warisan arsitektur. Ini hal yang krusial karena pelestarian warisan sering melibatkan arsitek, sejarawan, konservator, arkeolog, dan insinyur.

Pendekatan umum dalam HBIM sebenarnya tidak ubahnya seperti pada BIM Konvensional. HBIM secara umum melibatkan beberapa tahapan kunci:

- 1) **Pengumpulan Pengetahuan dan Informasi:** Tahap ini mencakup pengumpulan data grafis, yang sering diperoleh dari metode pemindaian laser 3D (*3D laser scanning*) dan fotogrametri. Metode ini menghasilkan *point clouds* yang secara spasial merepresentasikan bagian-bagian terlihat dari permukaan bangunan atau objek. Selain itu, data semantik dan tipologis dikumpulkan dari analisis teknis bangunan, manuskrip, dan dokumentasi historis. Informasi ini memungkinkan penemuan material dan aturan konstruksi tradisional, serta transformasi masa lalu yang mungkin memengaruhi bangunan.
- 2) **Penyaringan (Filtering):** Data yang terkumpul, khususnya *point clouds*, diselaraskan, dibersihkan, dan disaring untuk memfasilitasi manajemennya. Proses ontologis juga dilakukan untuk menciptakan basis pengetahuan dari semua informasi semantik yang dikumpulkan, yang dapat diintegrasikan ke dalam representasi objek tiga dimensi melalui *Industry Foundation Class (IFC)* atau langsung dengan *platform BIM*.
- 3) **Pemodelan Parametrik 3D:** Tahap ini dimulai dengan integrasi *point clouds* dan data semantik ke dalam platform BIM. Pemodelan dapat dilakukan secara manual atau semi-otomatis. Ini melibatkan segmentasi dan pembatasan *point cloud* secara manual (mengikuti aturan dan pola historis) untuk mengenali objek yang akan dimodelkan. Pustaka BIM yang ada dan objek yang dibangun secara eksternal kemudian digunakan untuk memodelkan objek atau bangunan yang diteliti secara parametrik. Pendekatan ini juga mencakup pembuatan objek parametrik baru yang spesifik untuk HBIM atau adaptasi objek yang sudah ada dengan mengubah parameter yang telah ditentukan sebelumnya.

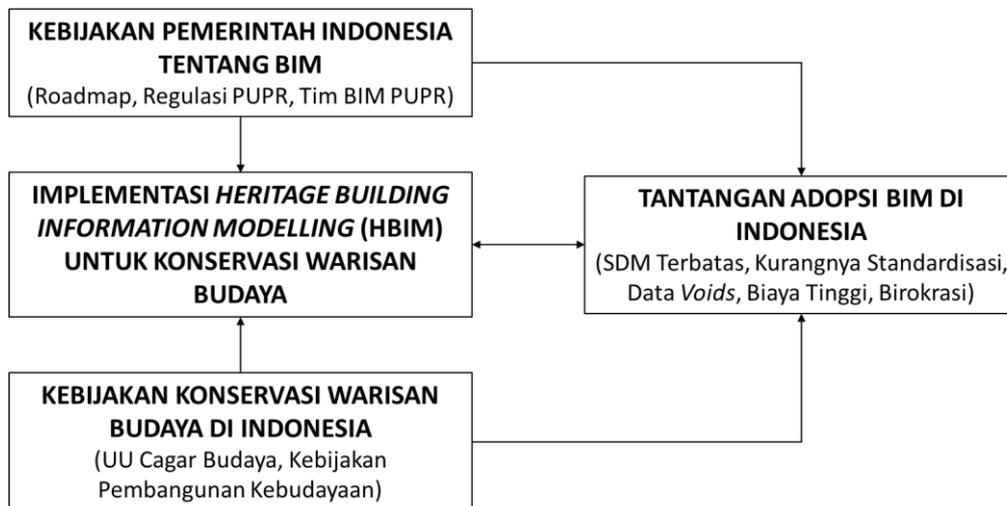
Meskipun memiliki potensi besar, implementasi HBIM menghadapi berbagai tantangan umum. Ini termasuk kurangnya keterampilan teknis dan budaya digitalisasi yang belum matang di bidang konservasi warisan budaya (Lovell et al., 2023). Selain itu, biaya terkait pembuatan

model HBIM yang akurat dan komprehensif seringkali tinggi. Terdapat pula masalah kurangnya integrasi antara BIM dan alat *Facilities Management* (FM), yang menyebabkan hilangnya data signifikan antar tahapan proyek. Peraturan dan standar yang ada, seperti ISO 19650, sebagian besar dirancang untuk konstruksi baru dan belum sepenuhnya mencakup kebutuhan luas Warisan Budaya, terutama dalam fase operasi dan pemeliharaan (O&M) siklus hidup bangunan. Ketiadaan Persyaratan Informasi Organisasi (OIR) yang jelas untuk HBIM juga menjadi batasan utama, menyulitkan penetapan pendekatan penyimpanan data yang terstandarisasi. Prosedur BIM standar, seperti *Level of Detail* (LOD), tidak dapat diterapkan secara langsung pada HBIM karena BIM diciptakan untuk konstruksi baru, yang mengakibatkan seringnya penciptaan terminologi non-standar baru untuk HBIM. Terakhir, HBIM sering menghadapi data *voids* akibat ketidaktersediaan atau ketidaklengkapan dokumentasi yang ada, serta kesulitan akses selama pengumpulan data lapangan. Rincian definisi, evolusi, manfaat, dan pendekatan umum HBIM menyoroti kecanggihannya di luar pemodelan 3D dasar. Tantangan eksplisit menunjukkan bahwa HBIM bukanlah solusi *plug-and-play* tetapi membutuhkan adaptasi signifikan dan mengatasi hambatan sistemik, terutama dalam manajemen data dan standarisasi.

### 3.2 Tinjauan Kebijakan dan Adopsi BIM untuk Warisan Budaya di Indonesia

Implementasi *Heritage Building Information Modelling* (HBIM) di Indonesia tidak terlepas dari kebijakan umum dan tingkat adopsi *Building Information Modelling* (BIM) yang lebih luas dalam industri konstruksi nasional, serta kerangka kebijakan konservasi warisan budaya. Memahami lanskap BIM yang lebih luas di Indonesia sangat penting untuk HBIM. Ini menciptakan hubungan kausal: tantangan adopsi BIM secara umum akan secara langsung diterjemahkan menjadi kesulitan implementasi HBIM, yang memerlukan strategi spesifik untuk mengatasinya.

Berikut adalah kerangka pemikiran yang menghubungkan Kebijakan Pemerintah Indonesia tentang BIM, Kebijakan Konservasi Warisan Budaya di Indonesia, dan Tantangan Adopsi BIM di Indonesia dalam konteks implementasi HBIM (lihat Gambar 3.1):



**Gambar 3.1** Tantangan Implementasi HBIM di Indonesia

#### A. Kebijakan Pemerintah Indonesia tentang BIM

Pemerintah Indonesia, melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), secara formal memperkenalkan konsep BIM pada tahun 2017. Tim BIM PUPR dibentuk pada Desember 2017 dengan tugas utama merumuskan *roadmap*, strategi implementasi, menyiapkan pedoman/standar nasional, serta sosialisasi dan lokakarya. Fokus utama tim ini adalah implementasi BIM di lingkungan Kementerian PUPR dan pemantauan proyek percontohan yang menggunakan BIM. Sejak saat itu, Kementerian PUPR telah mengambil beberapa inisiatif untuk mendorong implementasi BIM. Berdasarkan *Roadmap Implementasi BIM (2017-2024)*, Kementerian PUPR telah membagi proses implementasi BIM menjadi empat fase selama tujuh tahun: Adopsi, Digitalisasi, Kolaborasi, dan Integrasi. Fase Adopsi berfokus pada pengenalan BIM kepada pemangku kepentingan konstruksi, penyusunan Standar Nasional BIM (SNI), dan penetapan BIM sebagai kurikulum serta standar kompetensi di universitas dan asosiasi profesional. Fase Digitalisasi melibatkan perizinan, pemantauan, dan pengawasan digital. Fase Kolaborasi bertujuan untuk standarisasi aturan kolaborasi dan implementasi *Virtual Design and Lean Construction*. Terakhir, fase Integrasi menargetkan implementasi BIM dari 3D hingga 7D, manajemen konstruksi berbasis *cloud*, dan integrasi sistem proses konstruksi.

Peraturan Menteri PUPR No. 22/PRT/M/2018 meluncur dan mewajibkan penggunaan BIM untuk bangunan negara non-eksisting dengan luas lebih dari 2000 m<sup>2</sup> dan lebih dari dua lantai, mulai tahun 2018. Meskipun demikian, peraturan ini saat ini hanya menspesifikasikan *output* akhir BIM (gambar arsitektur, struktur, mekanikal, elektrik, rincian volume, dan rencana anggaran) dan belum mengatur sejauh mana penggunaan BIM secara komprehensif.

#### B. Kebijakan Konservasi Warisan Budaya di Indonesia

Kebijakan pelestarian warisan budaya di Indonesia diatur dalam berbagai kerangka hukum dan strategis. Undang-Undang No. 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya menekankan pentingnya pelestarian warisan budaya bangsa dan warisan umat manusia untuk meningkatkan harkat dan martabat bangsa, memperkuat jati diri, meningkatkan kesejahteraan rakyat, dan mempromosikan warisan budaya bangsa kepada masyarakat internasional. Kebijakan Pembangunan Kebudayaan (2020-2024) yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Kebudayaan, di bawah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, sudah mencakup perlindungan, pengembangan, pemanfaatan, dan pembinaan warisan budaya. Perlindungan melibatkan inventarisasi, pengamanan, pemeliharaan, penyelamatan, dan publikasi.

Kebijakan makna konservasi didefinisikan sebagai proses pengelolaan suatu tempat atau objek untuk mempertahankan makna kultural yang terkandung di dalamnya, serta memelihara morfologi (bentuk fisik) dan fungsinya. Tujuan konservasi meliputi aspek pendidikan (memberikan gambaran masa lalu), rekreasi (kesenangan mengunjungi objek bersejarah), inspirasi (memupuk semangat koneksi dengan masa lalu), dan ekonomi (meningkatkan nilai ekonomi melalui pariwisata). Penetapan kriteria Cagar Budaya sendiri juga diperjelas sebagai bangunan atau area jika memenuhi seperti berusia 50 tahun atau lebih, merepresentasikan gaya periode tertentu, memiliki makna khusus untuk sejarah atau ilmu pengetahuan pendidikan, agama, budaya, dan memiliki nilai budaya untuk memperkuat identitas nasional.

#### C. Tantangan Adopsi BIM di Indonesia secara Umum

Adopsi BIM di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, diantaranya progress yang lambat, pengetahuan dan pemahaman terbatas, persepsi BIM sebagai teknologi (bukan sebagai sistem terintegrasi), kurangnya standarisasi dan regulasi yang jelas, birokrasi dan metode konvensional, serta investasi dan resiko. Meskipun tingkat kesadaran tentang BIM cukup baik (67,5%) di kalangan insinyur Indonesia, sebagian besar hanya memiliki pengetahuan terbatas atau dasar tentang BIM. Sektor pendidikan diidentifikasi sebagai

hambatan utama, menunjukkan perlunya integrasi BIM dalam kurikulum Arsitektur, Teknik, dan Konstruksi (AEC).

Pemahaman dan tingkat penggunaan BIM di Indonesia seringkali mempersepsikan BIM sebagai sekadar teknologi, bukan sebagai sistem terintegrasi yang mendukung kolaborasi antar pemangku kepentingan. Hal ini menghambat pemanfaatan penuh potensi kolaboratif BIM. Di sisi lain, industri masih membutuhkan standarisasi, regulasi yang lebih jelas, kebijakan pembiayaan, dan protokol untuk kolaborasi dan implementasi BIM. Peraturan yang ada (PUPR No. 22/PRT/M/2018) belum sepenuhnya mendefinisikan sejauh mana penggunaan BIM. Sementara, birokrasi yang kompleks dan dominasi metode konvensional dalam industri maupun pemerintahan sendiri masih menjadi masalah yang menghambat adopsi BIM secara lebih luas. Meskipun BIM menawarkan manfaat seperti pengurangan biaya dan peningkatan produktivitas, terdapat tantangan terkait biaya investasi awal yang tinggi, pembaruan teknologi BIM yang cepat, kurangnya sumber daya manusia yang terampil, dan pola manajemen sebelumnya yang belum mendukung.

Penjajaran *roadmap* pemerintah yang jelas untuk adopsi BIM umum dengan tantangan dalam implementasi aktualnya mengungkapkan kesenjangan yang signifikan antara ambisi kebijakan dan realitas praktis. Ini menyiratkan bahwa HBIM, sebagai bagian khusus dari BIM, kemungkinan akan menghadapi versi yang diperkuat dari tantangan yang sama, terutama terkait sumber daya manusia, standarisasi, dan pemahaman holistik BIM sebagai sistem terintegrasi daripada sekadar alat.

### 3.3 Studi Kasus Penerapan HBIM di Indonesia: Analisis Komparatif

Gambaran konkrit tentang implementasi HBIM di Indonesia disajikan melalui empat studi kasus yang relevan dan dianalisis. Studi kasus ini menunjukkan berbagai pendekatan, manfaat, dan tantangan yang muncul dalam upaya mendigitalisasi dan melestarikan warisan budaya (lihat Tabel 3.1).

**Tabel 3.1** Tipologi Penerapan HBIM untuk Konservasi Warisan Budaya

Studi Kasus	Lokasi & Konteks	Tujuan Utama HBIM	Metodologi Kunci	Manfaat Kunci	Tantangan Kunci
<b>Au Bon Marche-Braga</b>	Bandung, Bangunan Kolonial	Pelestarian, dokumentasi historis & <i>real-time</i> , dukungan adaptasi fungsi, FM, edukasi.	Pengukuran laser, foto, wawancara, pemodelan 3D <i>exploded perspective</i> & struktural.	Dokumentasi komprehensif, FM & kolaborasi, mempertahankan keaslian, alat edukasi.	Koordinasi, keterbatasan SDM.
<b>Istana Alwatzikhoebillah Sambas</b>	Sambas, Istana Kayu	Pemetaan & penilaian kerusakan elemen kayu, konservasi umum.	Observasi lapangan, fotogrametri ( <i>drone</i> , DSLR), pemodelan 3D (SketchUp, Blender, Revit), pemetaan kerusakan di Revit.	Dokumentasi kerusakan detail, pemantauan kondisi, intervensi terarah, menjaga keaslian.	Perubahan kayu, identifikasi kerusakan halus, faktor lingkungan, kompleksitas data.
<b>Pura Besakih</b>	Bali, Kompleks Pura	Dokumentasi & pelestarian arsitektur, perencanaan pemeliharaan/konservasi.	Fotogrametri, pemindaian 3D laser scanner, HBIM.	Model 3D sangat akurat (>1500 elemen), data HBIM untuk perencanaan, peningkatan efisiensi energi & pengurangan limbah (konteks Bali).	Keterbatasan dokumen <i>as-built</i> & spesifikasi teknis.

Studi Kasus	Lokasi & Konteks	Tujuan Utama HBIM	Metodologi Kunci	Manfaat Kunci	Tantangan Kunci
Bangunan Herman Yohannes & Tjahjana Adi	UGM, Bangunan Cagar Budaya	Digitalisasi cagar budaya, pemantauan kondisi berkala, identifikasi kerusakan, perencanaan & simulasi restorasi.	Teknologi HBIM untuk model digital akurat.	Pemantauan, identifikasi kerusakan, perencanaan & simulasi restorasi yang efisien.	(Tidak disebutkan spesifik)

#### A. Persamaan dalam Studi Kasus

Seluruh studi kasus menunjukkan komitmen terhadap penggunaan teknologi digital, khususnya HBIM/BIM, sebagai alat esensial untuk pelestarian warisan budaya. Semua proyek mengandalkan teknik dokumentasi digital seperti pemindaian laser dan fotogrametri untuk menangkap geometri bangunan yang kompleks dan tidak teratur (López et al., 2018). Tujuan utamanya adalah untuk menciptakan representasi digital yang akurat dan kaya informasi, yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan pelestarian, mulai dari pemeliharaan rutin hingga perencanaan restorasi yang kompleks (Sampaio et al., 2023). Manfaat yang berulang kali muncul adalah peningkatan kemampuan dokumentasi, fasilitasi pengambilan keputusan berbasis data, dan potensi untuk mempertahankan keaslian bangunan melalui pemahaman yang lebih baik tentang kondisi dan sejarahnya (Alya et al., 2023).

#### B. Perbedaan dalam Studi Kasus

Meskipun ada persamaan, setiap studi kasus memiliki fokus yang berbeda. Kasus Au Bon Marche-Braga menonjolkan peran HBIM dalam mendukung adaptasi fungsi dan manajemen fasilitas jangka panjang (BIM 7D), serta kemampuannya untuk menampilkan perubahan historis melalui model "dulu dan sekarang" (Alya et al., 2023). Istana Alwatzikhoebillah Sambas berfokus pada pemetaan dan penilaian kerusakan material (khususnya kayu) secara sangat detail, menunjukkan potensi HBIM untuk intervensi konservasi yang presisi (Norita et al., 2022). Pura Besakih menunjukkan penerapan HBIM pada skala yang sangat besar dengan ribuan elemen, menyoroti efisiensi dan akurasi dalam rekonstruksi kompleks (Dharmatanna, 2025). Sementara itu, studi di UGM menekankan kemampuan HBIM untuk pemantauan kondisi berkala dan simulasi restorasi, yang mendukung pendekatan proaktif dalam manajemen warisan (Humas TSPD, 2024).

#### C. Pola dan Pembelajaran dalam Studi Kasus

Dari analisis komparatif ini, beberapa pola penting dapat diidentifikasi. Pertama, adopsi HBIM di Indonesia masih didorong oleh inisiatif proyek percontohan atau penelitian akademik, bukan oleh mandat kebijakan yang komprehensif untuk bangunan cagar budaya. Meskipun ada regulasi BIM umum dari PUPR (Sopaheluwakan & Adi, 2020), penerapannya pada warisan masih bersifat *ad-hoc*. Kedua, tantangan yang paling sering muncul adalah terkait dengan sumber daya manusia (keterampilan teknis dan pemahaman yang terbatas) dan standarisasi (kurangnya protokol yang jelas untuk data warisan, data *voids*) (Lovell et al., 2023). Ini menunjukkan bahwa meskipun teknologi tersedia, ekosistem pendukung untuk implementasi yang luas masih perlu dikembangkan. Ketiga, HBIM terbukti sangat efektif dalam menyediakan dokumentasi yang jauh lebih kaya dan terstruktur dibandingkan metode tradisional, yang krusial untuk manajemen siklus hidup warisan. Keempat, kemampuan visualisasi dan simulasi HBIM juga memiliki potensi besar sebagai alat edukasi dan promosi, seperti yang terlihat pada kasus Au Bon Marche-Braga (Alya et al., 2023).

Analisis ini menunjukkan bahwa meskipun ada kemajuan signifikan dalam penerapan HBIM di Indonesia, tantangan sistemik terkait sumber daya manusia, standarisasi, dan integrasi

yang lebih luas masih menghambat potensi penuhnya. Mengatasi hambatan ini akan memungkinkan HBIM untuk bertransformasi dari alat proyek individu menjadi bagian integral dari strategi pelestarian warisan budaya nasional.

---

## 4. KESIMPULAN

### 4.1 Kesimpulan

Kajian ini telah meninjau secara komprehensif penerapan Heritage Building Information Modelling (HBIM) untuk konservasi warisan budaya di Indonesia, dengan fokus pada studi kasus yang telah dilakukan. HBIM, sebagai evolusi dari BIM konvensional, terbukti menjadi alat yang sangat berharga dalam memahami, mendokumentasikan, dan merekonstruksi warisan bangunan secara virtual. Kemampuannya untuk mengintegrasikan data geometris dan nongeometris, mencerminkan kompleksitas historis, dan memfasilitasi pertukaran informasi antar disiplin ilmu menjadikannya solusi modern yang menjanjikan untuk tantangan pelestarian.

Studi kasus di Indonesia—Au Bon Marche-Braga, Istana Alwatzikhoebillah Sambas, Pura Besakih, dan Bangunan Herman Yohannes serta Tjahjana Adi—secara konsisten menunjukkan manfaat signifikan dari HBIM. Manfaat ini meliputi peningkatan kualitas dokumentasi historis dan real-time, efisiensi dalam manajemen fasilitas dan pemeliharaan, dukungan untuk adaptasi fungsi, kemampuan untuk mempertahankan keaslian bangunan melalui pemodelan komparatif (masa lalu dan kini), serta peran pentingnya sebagai alat edukasi dan kolaborasi. Proyek-proyek ini menyoroti bagaimana HBIM dapat memberikan detail yang belum pernah ada sebelumnya untuk penilaian kerusakan, perencanaan restorasi, dan bahkan simulasi intervensi.

Implementasi HBIM di Indonesia masih dihadapkan pada berbagai hambatan. Tantangan utama mencakup keterbatasan keterampilan teknis dan sumber daya manusia yang belum memadai, kurangnya standarisasi dan regulasi khusus untuk data warisan budaya, adanya data *voids* dari dokumentasi yang tidak lengkap, serta tingginya biaya investasi awal dan birokrasi yang kompleks. Meskipun pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmen terhadap adopsi BIM secara umum melalui roadmap dan regulasi, pemahaman yang belum menyeluruh tentang BIM sebagai sistem terintegrasi, bukan hanya teknologi, masih menjadi penghalang. Secara keseluruhan, potensi HBIM untuk merevolusi konservasi warisan budaya di Indonesia sangat besar. Teknologi ini menawarkan jalur menuju pelestarian yang lebih efisien, akurat, dan kolaboratif. Namun, untuk merealisasikan potensi penuh ini, diperlukan upaya terkoordinasi untuk mengatasi tantangan sistemik yang ada, terutama dalam pengembangan kapasitas SDM, penyusunan standar yang relevan, dan integrasi kebijakan yang lebih holistik.

### 4.2 Rekomendasi

Berdasarkan temuan dan kesimpulan dari tinjauan pustaka ini, beberapa rekomendasi dapat diajukan untuk memajukan implementasi HBIM dalam konservasi warisan budaya di Indonesia:

- 1) Pengembangan Kebijakan dan Standarisasi HBIM Nasional:

Pemerintah, melalui Kementerian PUPR, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi serta Kementerian Kebudayaan, perlu mengembangkan regulasi spesifik untuk HBIM yang melengkapi *roadmap* BIM umum. Regulasi ini harus mencakup definisi yang jelas tentang *Level of Detail* (LOD) yang sesuai untuk bangunan cagar budaya, persyaratan informasi organisasi (OIR) untuk data warisan, dan protokol

interoperabilitas. Penyusunan standar nasional untuk pengumpulan data (misalnya, resolusi pemindaian laser, fotogrametri), pemodelan parametrik, dan manajemen informasi untuk bangunan cagar budaya sangat krusial. Standar ini harus mempertimbangkan karakteristik unik warisan budaya.

2) Peningkatan Kapasitas Sumber Daya Manusia:

Integrasi kurikulum BIM dan HBIM yang komprehensif ke dalam program studi arsitektur, teknik sipil, konservasi, dan manajemen kearifan lokal di perguruan tinggi. Ini harus mencakup pelatihan praktis dalam penggunaan perangkat lunak HBIM, teknik pengumpulan data digital, dan manajemen data warisan budaya. Hal lainnya adalah mendorong kolaborasi antara akademisi, praktisi, dan pemerintah untuk berbagi pengetahuan dan praktik terbaik dalam implementasi HBIM.

3) Fokus Penelitian dan Pengembangan:

Penelitian di masa depan perlu berfokus pada pengembangan metode otomatis atau semi-otomatis untuk pemodelan HBIM dari *point clouds*, terutama untuk bentuk-bentuk arsitektur yang kompleks dan tidak teratur. Eksplorasi lebih lanjut terhadap integrasi HBIM dengan teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) untuk visualisasi imersif dan tujuan edukasi, serta integrasi dengan Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk manajemen warisan pada skala yang lebih luas. Pengembangan solusi *open-source* atau *platform* berbasis web yang dapat diakses dan disesuaikan untuk kebutuhan spesifik HBIM, guna mengurangi biaya investasi awal dan meningkatkan aksesibilitas. Studi kasus yang lebih beragam di seluruh Indonesia juga diperlukan untuk mengidentifikasi tantangan dan solusi spesifik untuk berbagai jenis warisan budaya (misalnya, situs arkeologi, lanskap budaya, warisan tak berwujud).

4) Peningkatan Kolaborasi dan Kesadaran:

Aktivitas ini dijalankan dengan mendorong pembentukan forum multi-pemangku kepentingan yang melibatkan pemerintah, akademisi, industri, dan komunitas lokal untuk berkolaborasi dalam proyek HBIM dan berbagi pengalaman. Di sisi lain, juga meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya digitalisasi dalam pelestarian warisan budaya melalui kampanye edukasi dan demonstrasi proyek HBIM yang berhasil. Dengan demikian, data yang dihasilkan dari proyek HBIM dapat diakses dan dimanfaatkan secara luas oleh berbagai pihak, dengan tetap memperhatikan isu keamanan dan privasi data.

---

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Apresiasi terbaik kepada Universitas Widya Kartika dan kolega akademis maupun praktisi yang telah berjasa membantu maupun menginspirasi dalam kajian riset ini baik berupa bantuan pemikiran maupun lingkungan *growth mindset* yang tidak bisa digantikan oleh finansial atau materi apapun.

---

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Alya, J. S., Adhari, M. A. R., & Rahadian, E. Y. (2023). *Upaya Pelestarian Bangunan Cagar Budaya Melalui Pendekatan Implementasi Metoda Heritage-Bim, Kasus Studi: Au Bon Marche-Braga Bandung*.  
<https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/senada/article/view/2821>
- Celli, S., & Ottoni, F. (2023). Managing Information to Improve Conservation: The HBIM of the Wooden Chain of Santa Maria del Fiore. *Sensors*, 23(10), 4860.

- <https://doi.org/10.3390/s23104860>
- Dharmatanna, S. W. (2025). BIM UNTUK MASA DEPAN BANGUNAN BERSEJARAH: METODE DOKUMENTASI DAN PERMODELAN DI INDONESIA. *DEARSIP: Journal of Architecture and Civil*, 5(01), 75–87.
- Humas TSPD. (2024, October 17). Digitalisasi Cagar Budaya: Teknologi HBIM pada Bangunan Herman Yohannes dan Tjahjana Adi di Kompleks Pantja Dharma. <https://tsp.sv.ugm.ac.id>. <https://tsp.sv.ugm.ac.id/2024/10/17/digitalisasi-cagar-budaya-teknologi-hbim-pada-bangunan-herman-yohannes-dan-tjahjana-adi-di-kompleks-pantja-dharma/>
- Labaree, R. V. (n.d.). *Research Guides: Organizing Your Social Sciences Research Assignments: Writing a Case Analysis Paper*. Retrieved May 23, 2025, from <https://libguides.usc.edu/writingguide/assignments/caseanalysis>
- López, F. J., Leronés, P. M., Llamas, J., Gómez-García-Bermejo, J., & Zalama, E. (2018). A Review of Heritage Building Information Modeling (H-BIM). *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(2), 21. <https://doi.org/10.3390/mti2020021>
- Lovell, L. J., Davies, R. J., & Hunt, D. V. L. (2023). The Application of Historic Building Information Modelling (HBIM) to Cultural Heritage: A Review. *Heritage*, 6(10), 6691–6717. <https://doi.org/10.3390/heritage6100350>
- McCombes, S. (2023, January 2). *How to Write a Literature Review | Guide, Examples, & Templates*. Scribbr. <https://www.scribbr.com/dissertation/literature-review/>
- Norita, N., Zain, Z., & Purnomo, Y. (2022). METODE IDENTIFIKASI KERUSAKAN ELEMEN FISIK BANGUNAN HERITAGE DENGAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) STUDI KASUS ISTANA ALWATZIKHOEBILLAH SAMBAS. *JMARS: Jurnal Mosaik Arsitektur*, 10(2), 482. <https://doi.org/10.26418/jmars.v10i2.57152>
- Sampaio, A. Z., Tomé, J., & Gomes, A. M. (2023). Heritage Building Information Modelling Implementation First Steps Applied in a Castle Building: Historic Evolution Identity, Data Collection and Stratigraphic Modelling. *Heritage*, 6(10), 6472–6493. <https://doi.org/10.3390/heritage6100338>
- Sopaheluwakan, M. P., & Adi, T. J. W. (2020). Adoption and implementation of building information modeling (BIM) by the government in the Indonesian construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 930(1), 012020. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/930/1/012020/meta>