JURNAL LOCUS: Penelitian & Pengabdian
Volume 5 No. 9 September 2026, pp 7816-7830
E-ISSN 2829-7334
DOI: 10.58344/locus.v5i9.6251

Perumusan Model Integrasi Sistem MEP dalam Mendukung Fungsi dan Konservasi Bangunan Cagar Budaya Studi Kasus: Museum Bank Indonesia, Jakarta

Ariawan*, Martinus Bambang Susetyarto
Universitas Trisakti, Indonesia
Email: ariawanawan21@gmail.com*

Keywords:
MEP system, heritage building, conservation, physical intervention, Museum Bank Indonesia.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Copyright © 2026 by Author. Published by Riviera Publishing

Abstract

Cultural heritage buildings converted into museums face challenges in integrating Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) systems without reducing the building's inherent historical and architectural value. MEP systems are needed to support the function of the space, visitor comfort, collection security, lighting quality, ventilation, humidity control, sanitation, and the sustainability of building operations. However, the installation of these systems has the potential to cause physical changes to key architectural elements such as walls, floors, and ceilings, so an integration strategy is needed that can balance utility needs and conservation principles. This study aims to formulate an MEP system integration model to support operational functions while maintaining the conservation value of cultural heritage buildings with a case study of the Bank Indonesia Museum, Jakarta. The study uses a descriptive quantitative method through field observations, MEP equipment inventory, visual documentation, and measurement of the level of intervention in eight sample rooms. The analysis was carried out by measuring three main parameters, namely Wall Intervention (ID), Floor Intervention (IL), and Ceiling Intervention (IP), which were then developed into an MEP Intervention Model (MI). The results show that the ceiling is the element with the highest level of intervention due to the need for utility installations, while the floor shows the lowest level of intervention. Spaces with more complex technical requirements tend to require a greater degree of intervention. The MEP integration model is formulated through the equation IMEP = f(E, P, T, H, A, C, R), which links aspects of utility, space performance, conservation, and regulation. This model emphasizes that the application of the principles of minimum intervention, reversibility, and authenticity is an important approach in planning MEP integration in cultural heritage buildings that function as museums.

Kata Kunci:
sistem MEP, bangunan cagar budaya, konservasi, intervensi fisik, Museum Bank Indonesia.

Abstrak

Bangunan cagar budaya yang dialihfungsikan menjadi museum menghadapi tantangan dalam mengintegrasikan sistem Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP) tanpa mengurangi nilai historis dan arsitektural yang melekat pada bangunan. Sistem MEP diperlukan untuk menunjang fungsi ruang, kenyamanan pengunjung, keamanan koleksi, kualitas pencahayaan, ventilasi, pengendalian kelembapan, sanitasi, serta keberlanjutan operasional bangunan. Namun, instalasi sistem tersebut berpotensi menyebabkan perubahan fisik pada elemen arsitektur utama seperti dinding, lantai, dan plafon, sehingga diperlukan strategi integrasi yang mampu menyeimbangkan kebutuhan utilitas dan prinsip konservasi. Penelitian ini bertujuan merumuskan model integrasi sistem MEP dalam mendukung fungsi operasional sekaligus menjaga nilai konservasi bangunan cagar budaya dengan studi kasus Museum Bank Indonesia, Jakarta. Penelitian menggunakan metode kuantitatif deskriptif melalui observasi lapangan, inventarisasi

perangkat MEP, dokumentasi visual, serta pengukuran tingkat intervensi pada delapan ruang sampel. Analisis dilakukan dengan mengukur tiga parameter utama, yaitu Intervensi Dinding (ID), Intervensi Lantai (IL), dan Intervensi Plafon (IP), yang kemudian dikembangkan menjadi Model Intervensi MEP (MI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa plafon merupakan elemen dengan tingkat intervensi tertinggi akibat kebutuhan instalasi utilitas, sedangkan lantai menunjukkan tingkat intervensi paling rendah. Ruang dengan kebutuhan teknis yang lebih kompleks memiliki kecenderungan tingkat intervensi lebih besar. Model integrasi MEP dirumuskan melalui persamaan IMEP = f(E, P, T, H, A, C, R), yang menghubungkan aspek utilitas, performa ruang, konservasi, dan regulasi. Model ini menegaskan bahwa penerapan prinsip minimum intervention, reversibility, dan authenticity menjadi pendekatan penting dalam perencanaan integrasi MEP pada bangunan cagar budaya yang berfungsi sebagai museum.

PENDAHULUAN

Bangunan cagar budaya merupakan aset arsitektur yang memiliki nilai historis, estetis, sosial, dan kultural sehingga pengelolaannya tidak hanya berorientasi pada pelestarian bentuk fisik, tetapi juga pada keberlanjutan fungsi bangunan dalam konteks kebutuhan masa kini. Salah satu pendekatan yang banyak diterapkan dalam pengelolaan bangunan bersejarah adalah *adaptive reuse*, yaitu pemanfaatan kembali bangunan lama melalui pemberian fungsi baru tanpa menghilangkan karakter utama yang menjadi nilai pentingnya. Penelitian (Arfa et al., 2024) menjelaskan bahwa keberhasilan *adaptive reuse* bangunan heritage sangat dipengaruhi oleh kemampuan mengintegrasikan kebutuhan fungsi baru dengan strategi konservasi yang tepat. Selanjutnya, (Vafaie et al., 2023) menunjukkan bahwa faktor teknis, regulasi, pengelolaan, serta keseimbangan antara nilai historis dan kebutuhan modern menjadi aspek penting dalam keberlanjutan bangunan cagar budaya. Hal tersebut menunjukkan bahwa transformasi bangunan bersejarah menjadi fungsi publik seperti museum membutuhkan pendekatan yang mampu menjaga autentisitas bangunan sekaligus memenuhi tuntutan operasional modern.

Dalam konteks museum, kebutuhan terhadap sistem bangunan modern menjadi semakin kompleks karena bangunan tidak hanya berfungsi sebagai ruang publik, tetapi juga sebagai tempat penyimpanan dan penyajian koleksi yang membutuhkan kondisi lingkungan tertentu. Sistem *Mechanical, Electrical, and Plumbing* (MEP) menjadi salah satu komponen penting yang mendukung kenyamanan pengunjung, keamanan koleksi, kualitas pencahayaan, pengendalian suhu dan kelembapan, ventilasi, sanitasi, sistem keamanan, serta keberlangsungan operasional bangunan. Museum Bank Indonesia di Jakarta merupakan salah satu contoh bangunan cagar budaya yang mengalami perubahan fungsi dari bangunan perbankan kolonial menjadi museum publik. Perubahan fungsi tersebut menuntut pemasangan berbagai perangkat utilitas modern, seperti sistem pencahayaan, HVAC, CCTV, perangkat audiovisual, sensor, jalur kabel, serta sistem plumbing untuk memenuhi kebutuhan ruang museum. Namun, karakter bangunan heritage memiliki keterbatasan karena instalasi baru harus menyesuaikan kondisi eksisting, material asli, ornamen, tata ruang, dan nilai historis yang telah terbentuk.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah membahas hubungan antara konservasi bangunan heritage dan penerapan teknologi modern. Friska, (2023) mengkaji metode

konservasi interior bangunan heritage di Indonesia dan menekankan pentingnya mempertahankan karakter ruang dalam proses pelestarian. (Grujoska-Kuneska, 2024) menjelaskan bahwa peran arsitek dalam konservasi bangunan heritage tidak hanya berkaitan dengan perlindungan elemen fisik, tetapi juga pengambilan keputusan terhadap perubahan yang diperlukan agar bangunan tetap berfungsi. Sementara itu, penelitian (Oktaviani et al., 2024) menunjukkan pentingnya dokumentasi elemen historis melalui basis data digital untuk mendukung pengelolaan bangunan bersejarah. Pada aspek instalasi layanan bangunan, *Historic England* (2024) menekankan bahwa pemasangan sistem utilitas baru pada bangunan heritage harus mempertimbangkan prinsip pengurangan dampak fisik, keterbalikan (*reversibility*), serta perlindungan terhadap elemen asli bangunan. Meskipun penelitian-penelitian tersebut memberikan kontribusi terhadap konservasi dan pemanfaatan kembali bangunan bersejarah, sebagian besar masih membahas aspek konservasi secara umum atau strategi adaptasi bangunan, belum secara spesifik mengembangkan metode pengukuran dampak fisik akibat integrasi sistem MEP.

Kesenjangan penelitian terlihat pada belum tersedianya pendekatan evaluatif yang sederhana, terukur, dan aplikatif untuk menilai tingkat intervensi sistem MEP terhadap elemen utama bangunan cagar budaya. Pada praktiknya, keputusan pemasangan utilitas sering kali lebih berorientasi pada kebutuhan teknis tanpa memiliki indikator kuantitatif yang mampu menunjukkan sejauh mana instalasi tersebut memengaruhi karakter arsitektural bangunan. Padahal, elemen seperti dinding, lantai, dan plafon memiliki peran penting dalam membentuk identitas visual dan nilai autentisitas bangunan heritage. Penelitian terdahulu lebih banyak menyoroti prinsip konservasi, *adaptive reuse*, atau keberhasilan transformasi fungsi bangunan, sementara hubungan antara kebutuhan performa ruang, sistem utilitas, dan tingkat intervensi fisik masih belum banyak dikembangkan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya suatu model yang dapat menjembatani kebutuhan sistem MEP modern dengan batasan konservasi bangunan cagar budaya.

Urgensi penelitian ini semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pemanfaatan bangunan bersejarah sebagai fasilitas publik seperti museum, galeri, pusat budaya, dan ruang edukasi. Tanpa adanya pendekatan evaluasi yang tepat, pemasangan sistem MEP berpotensi menyebabkan perubahan permanen terhadap material asli, mengurangi keterbacaan elemen arsitektur, serta menurunkan nilai konservasi bangunan. Oleh karena itu, diperlukan metode yang dapat membantu pengelola bangunan, arsitek, konsultan MEP, dan pihak konservasi dalam mengambil keputusan berbasis data. Dalam penelitian ini, tingkat intervensi dianalisis melalui tiga parameter utama, yaitu Intervensi Dinding (ID), Intervensi Lantai (IL), dan Intervensi Plafon (IP), yang digunakan untuk membaca dampak fisik instalasi MEP terhadap elemen bangunan. Pendekatan tersebut memungkinkan proses konservasi tidak hanya dilakukan berdasarkan pertimbangan visual, tetapi juga berdasarkan pengukuran tingkat perubahan fisik yang terjadi.

Kebaruan penelitian ini terletak pada perumusan model integrasi sistem MEP yang menggabungkan aspek teknis utilitas, performa ruang, tingkat intervensi fisik, prinsip konservasi, dan kepatuhan regulasi dalam satu kerangka evaluasi. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung memisahkan kajian utilitas dan konservasi, penelitian ini mengembangkan hubungan antara variabel *Electrical System* (E), *Plumbing System* (P), *Thermal Comfort* (T), *Humidity Control* (H), *Air Change Ventilation* (A), *Conservation* (C),

dan *Regulation Compliance* (R) melalui model IMEP = f(E, P, T, H, A, C, R). Model tersebut dirancang untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai bagaimana kebutuhan utilitas modern dapat diterapkan dengan tetap mempertahankan prinsip *minimum intervention*, *reversibility*, dan *authenticity*. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengevaluasi kondisi eksisting, tetapi juga menawarkan pendekatan pengendalian integrasi MEP pada bangunan cagar budaya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan model integrasi sistem MEP dalam mendukung fungsi operasional sekaligus menjaga nilai konservasi bangunan cagar budaya melalui studi kasus Museum Bank Indonesia, Jakarta. Secara akademik, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai hubungan antara sistem utilitas bangunan dan konservasi arsitektur heritage, khususnya dalam konteks *adaptive reuse*. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi pengelola museum, perancang bangunan, konsultan MEP, serta pemangku kepentingan konservasi dalam merencanakan, mengevaluasi, dan mengendalikan pemasangan sistem utilitas pada bangunan bersejarah. Melalui model yang dihasilkan, keputusan teknis diharapkan dapat dilakukan secara lebih terukur sehingga kebutuhan fungsi modern dapat berjalan seiring dengan upaya mempertahankan nilai historis dan karakter arsitektural bangunan cagar budaya.

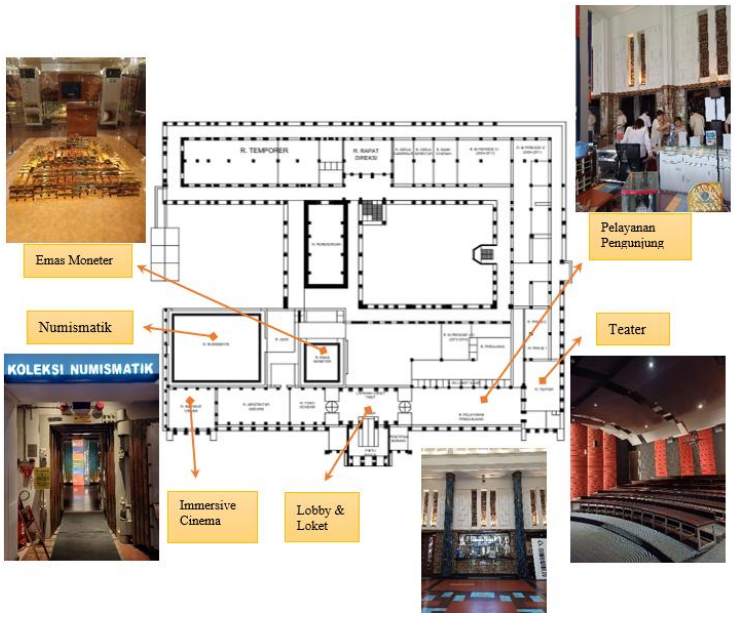
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengukuran tingkat intervensi fisik sistem MEP terhadap elemen bangunan dan penyusunan model evaluatif berbasis nilai persentase. Studi kasus dilakukan pada Museum Bank Indonesia, Jakarta.

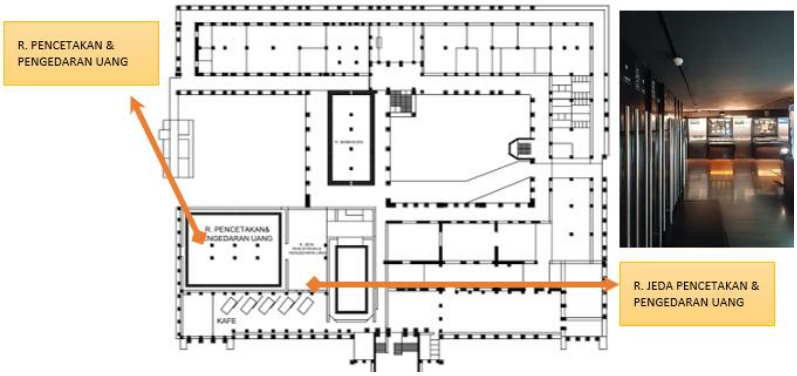


Gambar 1. Diagram alur penelitian
Sumber: Hasil olahan data penulis, 2026

Unit analisis penelitian terdiri atas delapan ruang sampel, yaitu Lobby & Loket, Pelayanan Pengunjung, Teater, Immersive Cinema, Numismatik, Emas Moneter, Pencetakan & Pengedaran Uang, dan Ruang Jeda Pencetakan Uang. Ruang-ruang tersebut dipilih karena memiliki fungsi, intensitas utilitas, dan kebutuhan performa ruang yang berbeda.



Gambar 2. Denah lantai 1 Museum Bank Indonesia
Sumber: Hasil olah data Penulis, 2026



Gambar 3. Denah lantai 2 Museum Bank Indonesia
Sumber: Hasil olahan data penulis, 2026

Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, inventarisasi perangkat MEP, pengukuran luas elemen bangunan yang terdampak instalasi, dokumentasi visual, pencatatan suhu ruang, kelembapan relatif, dan estimasi air change ventilation. Nilai ACH digunakan sebagai indikator evaluatif berdasarkan observasi sistem HVAC, jumlah diffuser dan grille, karakter ruang, dan acuan teknis, bukan sebagai hasil pengukuran langsung dengan instrumen khusus.

Elemen bangunan yang dianalisis dibatasi pada dinding, lantai, dan plafon. Ketiga elemen tersebut dipilih karena merupakan bidang utama pembentuk karakter ruang dan paling berpotensi terdampak oleh pemasangan sistem MEP.
Rumus dasar yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\boldsymbol{NI = \frac{L_{MEP}}{L_{Elemen}} \times 100\%}$$

Keterangan:
NI = Nilai Intervensi (%)
L_MEP = luas area elemen bangunan yang terdampak instalasi MEP (m²)
L_Elemen = luas total elemen bangunan yang dinilai dari dinding, lantai, plafon (m²)
Rumus tersebut kemudian diterapkan pada masing-masing elemen bangunan sebagai berikut:

$$ID = \frac{L\ MEP\ dinding\ ruang\ terintervensi}{\sum luas\ dinding\ ruang\ terintervensi} \times\ 100\%$$

Nilai **ID** digunakan untuk membaca intervensi sistem MEP pada elemen dinding, misalnya akibat pemasangan jalur kabel, panel, CCTV, speaker, sensor, atau jalur pipa.

$$IP = \frac{L\ MEP\ plafon\ ruang\ terintervensi}{\sum luas\ plafon\ ruang\ terintervensi} \times\ 100\%$$

Nilai **IP** digunakan untuk membaca intervensi pada plafon, misalnya akibat pemasangan diffuser, grille, lampu, speaker, CCTV, sensor, jalur kabel, dan ducting.

$$IL = \frac{L\ MEP\ lantai\ ruang\ terintervensi}{\sum luas\ lantai\ ruang\ terintervensi} \times\ 100\%$$

Nilai **IL** digunakan untuk membaca intervensi pada lantai, misalnya akibat jalur pipa, *floor drain*, shaft, *floor outlet*, atau area servis basah.

Hasil pengukuran ID, IL, dan IP pada delapan ruang sampel kemudian digunakan untuk membaca tingkat intervensi fisik sistem MEP terhadap elemen bangunan cagar budaya.
Ketiga nilai tersebut kemudian diringkas menjadi Model Intervensi MEP (MI) dengan rumus

$$MI = \frac{ID + IL + IP}{n}$$

Pengukuran dilakukan secara konsisten pada delapan ruang sampel agar hasilnya dapat dibandingkan antar ruang. Nilai ID, IL, dan IP yang diperoleh kemudian digunakan untuk membaca variabel Conservation (C), menyusun klasifikasi tingkat intervensi, dan menjadi dasar perumusan Model Intervensi MEP.

Tabel 1. Variabel Pembentuk Model Integrasi MEP

Kode	Variabel	Definisi Operasional	Data yang Dikaji	Satuan/Indikator
E	*Electrical System*	Sistem elektrikal yang mendukung pencahayaan, distribusi energi, keamanan, audio, dan operasional ruang museum.	Lampu, CCTV, speaker, sensor, panel, jalur kabel, dan perangkat audiovisual.	Titik/unit, watt, kW, lux, m² area terdampak, % intervensi
P	*Plumbing System*	Sistem perpipaan dan sanitasi yang mendukung kebutuhan air bersih, pembuangan air, dan utilitas basah bangunan.	Pipa air bersih, air kotor, air bekas, sanitair, *floor drain*, *shaft*, drainase, dan area servis basah.	Titik/unit, diameter pipa mm/inch, panjang pipa m, debit L/s atau m³/jam, m² area terdampak, % intervensi
T	*Thermal Comfort*	Kondisi suhu ruang yang menunjukkan kenyamanan termal pada ruang sampel.	Temperatur ruang hasil pengukuran.	°C
H	*Humidity Control*	Kondisi kelembapan relatif ruang yang berpengaruh terhadap kenyamanan dan	Nilai kelembapan relatif ruang.	%RH

Kode	Variabel	Definisi Operasional	Data yang Dikaji	Satuan/Indikator
		kestabilan lingkungan koleksi.		
A	*Air Change Ventilation*	Tingkat pergantian udara ruang sebagai indikator ventilasi dan kualitas udara dalam ruang.	Nilai ACH atau estimasi pergantian udara berdasarkan observasi HVAC, diffuser, grille, dan karakter ruang.	ACH/kali per jam atau m^3/jam
C	*Conservation*	Tingkat intervensi fisik sistem MEP terhadap elemen bangunan cagar budaya.	Nilai Intervensi Dinding (ID), Intervensi Lantai (IL), dan Intervensi Plafon (IP).	% intervensi
R	*Regulation Compliance*	Kesesuaian kondisi ruang dan sistem MEP terhadap standar teknis dan prinsip konservasi.	Perbandingan data aktual dengan standar teknis, regulasi, dan prinsip konservasi.	Sesuai/tidak sesuai, atau kategori/skor kesesuaian

Sumber: Hasil olah data penulis, 2026.

Berdasarkan hasil observasi lapangan pada delapan ruang sampel Museum Bank Indonesia, model integrasi sistem *Mechanical, Electrical, and Plumbing* (MEP) dibentuk oleh tujuh variabel utama, yaitu Electrical System (E), Plumbing System (P), Thermal Comfort (T), Humidity Control (H), Air Change Ventilation (A), Conservation (C), dan Regulation Compliance (R). Ketujuh variabel tersebut digunakan untuk membaca hubungan antara sistem utilitas, performa ruang, tingkat intervensi fisik, dan kesesuaian terhadap prinsip konservasi serta regulasi teknis.

Variabel E dan P digunakan untuk membaca sistem utilitas fisik yang terpasang pada ruang. Variabel E mencakup perangkat elektrikal seperti lampu, CCTV, speaker, sensor, jalur kabel, panel, dan perangkat audiovisual. Variabel P mencakup sistem plumbing, yaitu pipa air bersih, air kotor, air bekas, sanitair, *floor drain*, shaft, drainase, serta area servis basah. Variabel T, H, dan A digunakan untuk membaca kondisi lingkungan ruang, yaitu suhu ruang, kelembapan relatif, dan pergantian udara. Variabel C digunakan untuk membaca tingkat intervensi sistem MEP terhadap elemen bangunan cagar budaya, sedangkan variabel R digunakan untuk menilai kesesuaian kondisi ruang terhadap standar teknis dan prinsip konservasi.

Tabel 2. Acuan Klasifikasi Tingkat Intervensi Sistem MEP.

Nilai Intervensi	Kategori	Makna Metodologis
0–5%	*Minimum Intervention*	Intervensi sangat rendah dan relatif aman terhadap elemen bangunan.
>5–10%	*Acceptable*	Intervensi rendah dan masih dapat diterima dalam batas pengendalian konservasi.
>10–15%	*Controlled*	Intervensi sedang dan memerlukan perhatian dalam pembahasan.
>15%	*High Intervention*	Intervensi tinggi dan menunjukkan kebutuhan evaluasi lebih lanjut.

Sumber: Hasil olah penulis, 2026.

Klasifikasi intervensi dibagi menjadi empat kategori: 0-5% = Minimum Intervention, >5-10% = Acceptable, >10-15% = Controlled, dan >15% = High Intervention. Klasifikasi tersebut

digunakan untuk membaca tingkat risiko intervensi terhadap elemen bangunan dan menjadi dasar penyusunan arahan pengendalian konservasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Sistem MEP pada Ruang Sampel

Hasil observasi menunjukkan bahwa sistem MEP pada Museum Bank Indonesia tersebar sesuai kebutuhan fungsi ruang. Ruang audiovisual seperti Teater dan Immersive Cinema memiliki kebutuhan utilitas lebih kompleks karena memerlukan dukungan pencahayaan, audiovisual, audio, penghawaan, keamanan, dan perangkat teknis. Ruang pamer seperti Numismatik, Emas Moneter, serta Pencetakan & Pengedaran Uang membutuhkan pencahayaan pameran, HVAC, CCTV, sensor, dan sistem pendukung koleksi. Sementara itu, ruang pelayanan dan transisi memiliki perangkat MEP yang relatif lebih terbatas, tetapi tetap memerlukan pencahayaan, keamanan, penghawaan, dan dukungan operasional dasar.

Perangkat MEP yang dominan ditemukan pada ruang sampel meliputi armatur lampu, diffuser HVAC, grille, CCTV, speaker, sensor, jalur kabel, perangkat audiovisual, dan komponen plumbing pada area tertentu. Pemasangan perangkat tersebut menimbulkan intervensi pada elemen dinding, lantai, dan plafon dengan intensitas berbeda. Secara umum, plafon menjadi bidang utama integrasi utilitas karena lebih fleksibel untuk penempatan perangkat dibandingkan dinding dan lantai.

Tingkat Intervensi Dinding, Lantai, dan Plafon

Tabel 3. Rekapitulasi Tingkat Intervensi Sistem MEP pada Delapan Ruang Sampel

Ruang	Intervensi Dinding (%)	Kategori ID	Intervensi Lantai (%)	Kategori IL	Intervensi Plafon (%)	Kategori IP	MI (%)
Lobby & Loket	1,27%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	0,63%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	5,64%	Rendah (*Acceptable Intervention*)	2,51%
Pelayanan Pengunjung	1,55%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	0,42%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	2,96%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	1,64%
Teater	4,93%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	1,50%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	11,28%	Sedang (*Controlled Intervention*)	5,91%
Immersive Cinema	6,20%	Rendah (*Acceptable Intervention*)	2,82%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	15,98%	Sedang (*Controlled Intervention*)	8,33%
Numismatik	1,88%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	0,33%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	4,38%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	2,20%
Emas Moneter	2,82%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	0,49%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	6,37%	Rendah (*Acceptable Intervention*)	3,23%

Ruang	Intervensi Dinding (%)	Kategori ID	Intervensi Lantai (%)	Kategori IL	Intervensi Plafon (%)	Kategori IP	MI (%)
Pencetakan & Pengedaran Uang	2,25%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	0,50%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	5,52%	Rendah (*Acceptable Intervention*)	2,76%
Ruang Jeda Pencetakan Uang	2,32%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	0,94%	Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)	6,58%	Rendah (*Acceptable Intervention*)	3,28%
KESIMPULAN	**2,90%**	**Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)**	**0,95%**	**Sangat Rendah (*Minimum Intervention*)**	**7,34%**	**Rendah (*Acceptable Intervention*)**	**3,73 %**

Sumber: Diolah dari hasil observasi lapangan dan perhitungan penulis, 2026.

Berdasarkan hasil rekapitulasi perhitungan, nilai rata-rata Intervensi Dinding (ID) pada seluruh ruang sampel adalah sebesar 2,90% dan termasuk kategori Sangat Rendah / Minimum Intervention. Nilai ini menunjukkan bahwa intervensi sistem MEP pada elemen dinding masih relatif kecil dan belum memberikan perubahan fisik yang besar terhadap bidang dinding bangunan cagar budaya.

Nilai rata-rata Intervensi Lantai (IL) adalah sebesar 0,95% dan termasuk kategori Sangat Rendah / Minimum Intervention. Hasil ini menunjukkan bahwa lantai merupakan elemen dengan tingkat intervensi paling rendah dibandingkan dinding dan plafon. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa pemasangan sistem MEP pada Museum Bank Indonesia cenderung menghindari perubahan besar pada elemen lantai.

Sementara itu, nilai rata-rata Intervensi Plafon (IP) adalah sebesar 7,34% dan termasuk kategori Rendah / Acceptable Intervention. Nilai ini menunjukkan bahwa plafon menjadi elemen dengan tingkat intervensi paling dominan dalam integrasi sistem MEP. Hal ini terjadi karena plafon banyak digunakan sebagai area penempatan perangkat utilitas, seperti diffuser AC, lampu, speaker, CCTV, sensor, jalur kabel, ducting, dan sistem pendukung lainnya.

Model Intervensi MEP dan Model Integrasi

Model Intervensi MEP (MI) dihitung berdasarkan rata-rata dari nilai ID, IL, dan IP. Rumus ini digunakan karena dinding, lantai, dan plafon merupakan tiga elemen utama yang menjadi bidang analisis intervensi sistem MEP pada bangunan cagar budaya.

Model matematis yang dihasilkan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

$$MI = \frac{ID + IL + IP}{n}$$

Keterangan:
MI = Model Intervensi MEP (%)
ID = Intervensi Dinding (%)
IL = Intervensi Lantai (%)
IP = Intervensi Plafon (%)

Nilai MI tidak menggantikan pembacaan ID, IL, dan IP secara terpisah, tetapi digunakan sebagai nilai ringkasan untuk membandingkan tingkat intervensi antar ruang sampel. Dengan

demikian, ID, IL, dan IP tetap digunakan untuk membaca intervensi pada masing-masing elemen bangunan, sedangkan MI digunakan untuk melihat kecenderungan umum intervensi sistem MEP pada setiap ruang.

Secara keseluruhan, nilai rata-rata Model Intervensi (MI) pada ruang sampel adalah sebesar 3,73%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat intervensi MEP pada Museum Bank Indonesia secara umum masih berada dalam kategori Sangat Rendah / Minimum Intervention. Dengan demikian, integrasi sistem MEP pada Museum Bank Indonesia masih dapat dikategorikan terkendali, meskipun elemen plafon tetap perlu mendapat perhatian khusus karena memiliki nilai intervensi paling tinggi dibandingkan dinding dan lantai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ruang dengan nilai MI tertinggi adalah Immersive Cinema sebesar 8,33%, diikuti oleh Teater sebesar 5,91%, Ruang Jeda Pencetakan Uang sebesar 3,28%, Emas Moneter sebesar 3,23%, dan Pencetakan & Pengedaran Uang sebesar 2,76%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ruang dengan kebutuhan audiovisual, pencahayaan khusus, sistem keamanan, penghawaan, serta perangkat teknis yang lebih intensif cenderung memiliki tingkat intervensi MEP yang lebih tinggi.

Immersive Cinema menjadi ruang dengan nilai MI tertinggi karena ruang ini membutuhkan dukungan sistem audiovisual, pencahayaan khusus, audio, penghawaan, sensor, CCTV, serta perangkat teknis pendukung ruang multimedia. Kondisi tersebut menyebabkan intervensi tidak hanya terjadi pada plafon, tetapi juga pada dinding dan sebagian lantai. Hal serupa juga terlihat pada Teater yang memiliki nilai MI sebesar 5,91%, karena ruang ini membutuhkan perangkat audio, pencahayaan, HVAC, serta sistem pendukung kegiatan ruang yang lebih intensif dibandingkan ruang pelayanan biasa.

Ruang dengan nilai MI lebih rendah adalah Lobby & Loket sebesar 2,51%, Numismatik sebesar 2,20%, dan Pelayanan Pengunjung sebesar 1,64%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem MEP pada ruang-ruang tersebut relatif lebih terkendali dibandingkan ruang audiovisual dan ruang dengan kebutuhan teknis lebih kompleks. Meskipun plafon tetap menjadi elemen yang paling banyak menerima intervensi, nilai ID dan IL pada ruang-ruang tersebut relatif rendah sehingga nilai MI keseluruhan masih berada dalam kategori intervensi rendah.

Model integrasi sistem *Mechanical, Electrical, and Plumbing* (MEP) pada bangunan cagar budaya berdasarkan hasil observasi lapangan pada delapan ruang sampel Museum Bank Indonesia terdiri dari tujuh variabel utama, yaitu Electrical System (E), Plumbing System (P), Thermal Comfort (T), Humidity Control (H), Air Change Ventilation (A), Conservation (C), dan Regulation Compliance (R)

Model konseptual integrasi sistem MEP pada bangunan cagar budaya dirumuskan sebagai berikut:

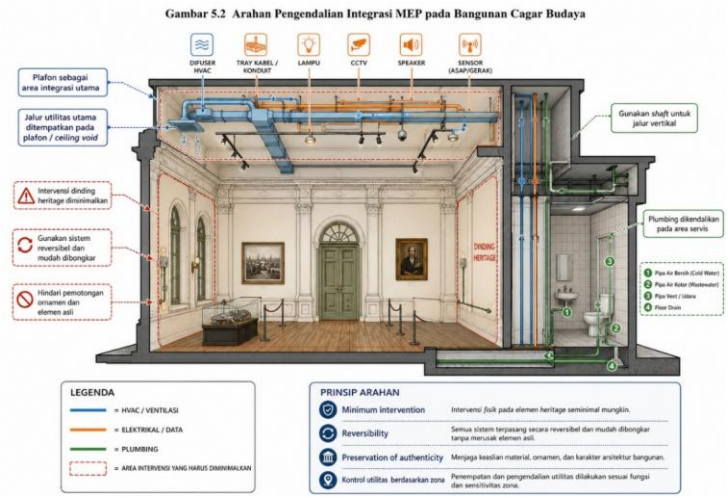
$$\mathbf{I_{MEP} = \mathit{f}(E, P, T, H, A, C, R)}$$

Keterangan:
E = Electrical System
P = Plumbing System
T = Thermal Comfort
H = Humidity Control
A = Air Change Ventilation
C = Conservation
R = Regulation Compliance

Model konseptual tersebut menunjukkan bahwa integrasi MEP pada bangunan cagar budaya tidak hanya ditentukan oleh keberadaan perangkat utilitas dan performa ruang, tetapi juga oleh tingkat intervensi terhadap elemen bangunan serta kesesuaian terhadap prinsip konservasi dan regulasi teknis. Dengan demikian, variabel pembentuk model integrasi MEP pada Museum Bank Indonesia disusun untuk membaca hubungan antara kebutuhan utilitas modern, kinerja lingkungan ruang, dan pengendalian intervensi pada elemen dinding, lantai, dan plafon.

Makna Konservasi dan Arahan Pengendalian

Arahan pengendalian integrasi sistem MEP disusun berdasarkan hasil pembacaan nilai **ID, IL, IP, MI**, klasifikasi tingkat intervensi, serta masukan dari expert judgment. Pengendalian perlu dibedakan berdasarkan elemen bangunan karena dinding, lantai, dan plafon memiliki karakter konservasi yang berbeda. Setiap elemen tidak dapat diperlakukan sama karena memiliki fungsi, material, nilai visual, dan tingkat sensitivitas heritage yang berbeda.



Gambar 4. Arahan Pengendalian Integrasi MEP pada Bangunan Cagar Budaya
Sumber: Hasil analisis penelitian dan prinsip konservasi bangunan cagar budaya, 2026.

Berdasarkan hasil penelitian, elemen plafon merupakan elemen dengan tingkat intervensi tertinggi, dengan nilai IP bervariasi antara 2,63% hingga 15,98% dan rata-rata sebesar 7,34%. Kondisi ini menunjukkan bahwa plafon menjadi area utama integrasi sistem MEP pada Museum Bank Indonesia. Perangkat seperti lampu, diffuser, grille, speaker, CCTV, sensor, jalur kabel, ducting, dan perangkat audiovisual banyak ditempatkan pada bidang plafon. Oleh karena itu, arahan pengendalian pada plafon difokuskan pada pengaturan kepadatan perangkat, pengelompokan jalur utilitas, serta penataan visual agar perangkat MEP tidak tersebar secara acak dan tidak mendominasi karakter ruang.

Pada elemen dinding, nilai ID berada pada rentang 1,27% hingga 6,20% dengan rata-rata sebesar 2,90%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa intervensi dinding masih relatif rendah, tetapi tetap perlu dikendalikan karena dinding berkaitan langsung dengan bidang visual, tekstur, bukaan, ornamen, dan karakter ruang bangunan cagar budaya. Perangkat seperti jalur kabel, panel, speaker, CCTV, sensor, dan sebagian instalasi plumbing perlu ditempatkan pada area yang kurang sensitif. Pemasangan juga sebaiknya menggunakan metode yang reversibel, tidak permanen, dan tidak memerlukan pembobokan besar pada material asli.

Pada elemen lantai, nilai IL berada pada rentang 0,33% hingga 2,82% dengan rata-rata sebesar 0,95%. Nilai ini menunjukkan bahwa lantai merupakan elemen dengan tingkat intervensi paling rendah. Oleh karena itu, arahan pengendalian pada lantai adalah mempertahankan tingkat intervensi yang rendah dan menghindari pembongkaran lantai asli. Jika diperlukan jalur plumbing, floor drain, shaft, floor outlet, atau jalur kabel bawah lantai, maka penempatannya harus diarahkan pada area servis atau area yang tidak memiliki nilai visual utama. Setiap perubahan pada lantai perlu didokumentasikan karena kerusakan pada material lantai cagar budaya umumnya sulit dikembalikan seperti semula.

Arahan pengendalian juga perlu dikaitkan dengan kategori intervensi. Ruang atau elemen dengan kategori Minimum Intervention cukup dipertahankan melalui dokumentasi dan pemeliharaan berkala. Kategori Acceptable Intervention perlu diawasi agar intervensi tidak bertambah. Kategori Controlled Intervention memerlukan evaluasi terhadap posisi perangkat dan jalur instalasi. Sementara itu, kategori High Intervention perlu menjadi prioritas peninjauan ulang, terutama pada elemen plafon ruang Immersive Cinema yang memiliki nilai IP tertinggi sebesar 15,98%.

Dengan demikian, pengendalian integrasi MEP harus dilakukan sejak tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga pemeliharaan. Setiap penambahan perangkat utilitas pada bangunan cagar budaya perlu dihitung dampaknya terhadap nilai ID, IL, IP, dan MI. Cara ini membuat keputusan teknis lebih terukur, lebih terkendali, dan lebih mudah dipertanggungjawabkan dalam kerangka pelestarian bangunan cagar budaya.

Tabel 4. Arahan Pengendalian Berdasarkan Elemen Bangunan

Elemen Bangunan	Indikasi Utama	Dampak Konservasi	Arahan Pengendalian
Dinding	ID bervariasi antara 1,27%–6,20% dengan rata-rata 2,90%. Intervensi berasal dari jalur kabel, panel, speaker, CCTV, sensor, dan sebagian *plumbing*.	Berpotensi menimbulkan perubahan visual, penetrasi pada material lama, serta gangguan terhadap bukaan, tekstur, dan karakter dinding historis.	Hindari ornamen dan bidang sensitif; gunakan jalur reversibel; minimalkan pembobokan; tempatkan perangkat pada area servis atau area yang kurang menonjol secara visual.
Lantai	IL bervariasi antara 0,33%–2,82% dengan rata-rata 0,95%. Intervensi berasal dari jalur kabel bawah lantai, *floor outlet*, *plumbing*, *floor drain*, dan *shaft*.	Risiko kerusakan material lantai, pola lantai, dan konstruksi asli yang sulit dikembalikan apabila terjadi pembongkaran.	Pertahankan intervensi rendah; hindari pembongkaran lantai asli; tempatkan plumbing dan *floor outlet* pada area servis; dokumentasikan setiap perubahan.
Plafon	IP bervariasi antara 2,63%–15,98% dengan rata-rata 7,34%. Intervensi berasal dari diffuser, grille, lampu, speaker, CCTV, sensor, jalur kabel, *ducting*, dan audiovisual.	Berpotensi menimbulkan dominasi visual, kepadatan perangkat, serta gangguan terhadap proporsi dan karakter ruang.	Kelompokkan perangkat dalam zona servis; rapikan jalur utilitas; kurangi perangkat yang tidak mendesak; gunakan sistem yang mudah dilepas dan tidak merusak elemen asli.

Sumber: Hasil analis penulis, 2026.

Arahan pengendalian juga perlu dikaitkan dengan kategori intervensi. Ruang atau elemen dengan kategori *Minimum Intervention* cukup dipertahankan melalui dokumentasi dan pemeliharaan berkala. Kategori *Acceptable* perlu diawasi agar intervensi tidak bertambah. Kategori *Controlled* memerlukan evaluasi terhadap posisi perangkat dan jalur instalasi. Sementara itu, kategori *High Intervention* harus menjadi prioritas peninjauan ulang, terutama pada plafon ruang Immersive Cinema, Teater, Numismatik, Emas Moneter, dan Pencetakan & Pengedaran Uang.

Dengan demikian, pengendalian integrasi MEP harus dilakukan sejak tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga pemeliharaan. Setiap penambahan perangkat utilitas pada bangunan cagar budaya perlu dihitung dampaknya terhadap ID, IL, IP, dan MI. Cara ini membuat keputusan teknis lebih terukur dan lebih mudah dipertanggungjawabkan dalam kerangka konservasi.

KESIMPULAN

Model integrasi MEP yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah IMEP = f(E, P, T, H, A, C, R), yang menghubungkan Electrical System, Plumbing System, Thermal Comfort, Humidity Control, Air Change Ventilation, Conservation, dan Regulation Compliance. Dalam model ini, variabel Conservation (C) menjadi pembacaan utama terhadap dampak fisik sistem MEP melalui nilai ID, IL, dan IP, sedangkan variabel lainnya menjelaskan kebutuhan utilitas, performa ruang, dan kesesuaian terhadap regulasi. Dengan demikian, model ini tidak hanya membaca keberadaan sistem MEP, tetapi juga menghubungkan fungsi teknis bangunan dengan batas pengendalian konservasi.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa integrasi sistem MEP pada bangunan cagar budaya perlu dilakukan secara terukur, terkendali, dan berbasis prinsip konservasi. Prinsip minimum intervention, reversibility, dan authenticity menjadi dasar penting agar sistem utilitas modern dapat mendukung fungsi museum tanpa mengurangi nilai historis, karakter visual, keaslian material, dan keterbacaan ruang heritage. Model yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar evaluasi bagi arsitek, konsultan MEP, pengelola museum, dan pihak pelestarian dalam menentukan prioritas pengendalian intervensi pada bangunan cagar budaya.

Pengelola Museum Bank Indonesia perlu melakukan dokumentasi berkala terhadap setiap penambahan, pemindahan, atau perubahan perangkat MEP, terutama pada elemen plafon dan ruang dengan kebutuhan teknis tinggi. Dokumentasi dapat berupa foto kondisi eksisting, pencatatan posisi perangkat, jenis instalasi, jalur kabel atau pipa, serta pembaruan nilai ID, IL, IP, dan MI agar tingkat intervensi dapat dipantau secara berkelanjutan.

Arsitek dan konsultan MEP perlu menerapkan prinsip *minimum intervention*, *reversibility*, dan *authenticity* dalam setiap perencanaan maupun perbaikan sistem utilitas. Penempatan perangkat seperti lampu, diffuser, grille, CCTV, speaker, sensor, panel, kabel, dan jalur plumbing sebaiknya diarahkan pada area yang kurang sensitif terhadap nilai heritage, menggunakan jalur instalasi yang rapi, mudah dirawat, dan tidak merusak elemen asli bangunan.

Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji model integrasi MEP ini pada bangunan cagar budaya lain dengan fungsi berbeda, seperti galeri, kantor, perpustakaan, atau bangunan publik bersejarah lainnya. Pengujian pada objek yang lebih beragam diperlukan agar batas intervensi, klasifikasi, dan arahan pengendalian dapat dibandingkan secara lebih luas serta

dikembangkan menjadi pedoman evaluasi yang lebih aplikatif bagi pengelolaan bangunan cagar budaya.

REFERENSI

Arfa, F. H., Lubelli, B., Quist, W., & Zijlstra, H. (2024). A model of the adaptive reuse process of heritage buildings: Validation on four cases in the Netherlands. *Design Studies*, *91*, 101252.

Arfa, F. H., Zijlstra, H., Lubelli, B., & Quist, W. (2022). Adaptive reuse of heritage buildings: From a literature review to a model of practice. *The Historic Environment: Policy & Practice, 13*(2), 148–170.

Bank Indonesia. (2026a). *Museum Bank Indonesia*. Bank Indonesia.

Bank Indonesia. (2026b). *Sejarah Bank Indonesia*. Bank Indonesia.

Fatmawati, N. A., Widiarso, T., & Susetyarto, M. B. (2026). Perwujudan arsitektur bioklimatik pada bangunan "Ruang Intan" di Kota Tua Jakarta. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, 11*(1), 45–52.

Friska, A. (2023). Conservation methods of the interior heritage building in Indonesia. *E3S Web of Conferences, 426*, 02121.

Grujoska-Kuneska, J. (2024). Conservation of heritage buildings and the role of architect. *Journal of Built Architecture, 3*(1), 1–10.

Historic England. (2024). *Installing new services*. Historic England.

Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2021). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 19 Tahun 2021 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Bangunan Gedung Cagar Budaya yang Dilestarikan*.

Indonesia, Pemerintah Republik Indonesia. (2022). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 tentang Register Nasional dan Pelestarian Cagar Budaya*.

Nasrullah, N. (2024). Adaptive reuse in architecture: Transforming heritage buildings for sustainable urban development. *The Journal of Arts and Sciences*.

Oktaviani, E. B., Wulandari, L. D., & Santosa, H. (2024). Integration of historical element character in De Javasche Bank building through digital architectural database. *Advances in Engineering Research*.

SNI 8153:2015. (2015). *Sistem plambing pada bangunan gedung*. Badan Standardisasi Nasional.

Vafaie, F., Remøy, H., & Gruis, V. (2023). Adaptive reuse of heritage buildings: A systematic literature review of success factors. *Habitat International, 142*, 102926.

Yazdani Mehr, S., & Wilkinson, S. (2020). A model for assessing adaptability in heritage buildings. *International Journal of Conservation Science, 11*(3), 593–610.

Zeadat, Z. F. (2024). Adaptive reuse challenges of Jordan's heritage buildings. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*.