

Perancangan Museum Gempa Bumi Berbasis Mitigasi Bencana Dengan Pendekatan Smart Building di Kota palu

Moh Faried Ramadhan^{*1}, Sahabuddin Latif¹, Citra Amalia Amal¹

¹Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

ABSTRAK

Kota Palu merupakan wilayah dengan tingkat kerawanan bencana geologis tinggi, seperti gempa bumi, tsunami, dan likuifaksi. Peristiwa tragis gempa pada 28 September 2018 mengakibatkan ribuan korban jiwa dan kerusakan infrastruktur secara masif. Menanggapi hal ini, diperlukan sarana edukatif sekaligus evakuatif yang mampu meningkatkan kesadaran mitigasi bencana masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang Museum Gempa Bumi berbasis mitigasi bencana dengan pendekatan arsitektur *smart building* di Kota Palu. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif melalui tahapan analisis data lapangan, studi literatur, serta simulasi desain digital. Lokasi museum ditentukan berdasarkan zonasi rawan bencana, dengan mempertimbangkan aksesibilitas dan keamanan tapak. Hasil desain menunjukkan integrasi teknologi struktur isolasi seismik untuk meningkatkan ketahanan gempa serta penerapan prinsip *smart building* seperti efisiensi energi, kenyamanan termal, fleksibilitas ruang, dan sistem evakuasi darurat otomatis. Kesimpulannya, pendekatan ini menghasilkan bangunan tangguh, adaptif, dan edukatif yang tidak hanya berfungsi sebagai ruang pameran, tetapi juga sebagai pusat evakuasi dan edukasi kebencanaan. Implikasi dari penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan arsitektur tanggap bencana yang relevan diterapkan di wilayah rawan gempa lainnya.

ABSTRACT

Palu City is highly vulnerable to geological disasters such as earthquakes, tsunamis, and liquefaction. The devastating earthquake on September 28, 2018, caused thousands of fatalities and massive infrastructure damage. In response, there is an urgent need for educational and evacuation facilities that promote public disaster mitigation awareness. This study aims to design an Earthquake Museum based on disaster mitigation using a smart building architectural approach in Palu. A qualitative descriptive method was employed, involving field data analysis, literature studies, and digital design simulations. The museum site was selected based on disaster zoning maps, emphasizing accessibility and site safety. The design integrates seismic isolation structural technology to enhance earthquake resistance, alongside smart building principles such as energy efficiency, thermal comfort, space flexibility, and automated emergency systems. The results demonstrate a resilient, adaptive, and educational facility that functions not only as an exhibition space but also as a disaster education and temporary evacuation center. This research implies significant contributions to disaster-responsive architecture development, particularly applicable to other earthquake-prone regions.

ARTICLE HISTORY

Received June 6, 2025
Received in revised form
July 10, 2025
Accepted August 27, 2025
Available online August 28,
2025.

KEYWORDS

Disaster Mitigation, Smart Building Architecture, Earthquake Museum, Palu City, Seismic-Resistant Structure

1. Pendahuluan

Bencana alam merupakan peristiwa yang menjadi ancaman di kehidupan Masyarakat, bencana dapat dialami berbagai negara dan tidak ada satupun negara yang tidak memiliki ancaman bencana alam, termasuk Indonesia [1]. Terjadinya bencana alam disebabkan oleh beberapa faktor, seperti faktor alam dan faktor non-alam. Dampaknya dapat mengakibatkan korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, mengganggu jaringan komunikasi, wabah penyakit gagal panen dan lain sebagainya [2].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sebagian besar bencana alam disebabkan oleh kondisi geologis, khususnya di wilayah yang berada dalam jalur Cincin Api Pasifik (Ring of Fire). Jalur ini terdiri dari lempeng-lempeng

tektonik aktif yang bergerak dan saling bertabrakan, menyebabkan terjadinya gempa bumi, letusan gunung berapi, dan tsunami [3]. Negara-negara yang berada dalam kawasan ini antara lain Indonesia, Jepang, Filipina, Selandia Baru, Papua Nugini, Amerika Serikat, Chili, Kanada, dan Peru.

Di antara negara-negara tersebut, Indonesia merupakan negara yang paling rentan terhadap bencana alam. Hal ini disebabkan oleh posisinya yang berada di pertemuan tiga lempeng tektonik aktif, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Filipina [4]. Interaksi ketiga lempeng ini menyebabkan tingginya frekuensi dan intensitas bencana, seperti gempa bumi dan tsunami [5].

Salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki tingkat kerawanan bencana tinggi adalah Provinsi Sulawesi Tengah,

khususnya Kota Palu. Wilayah ini dilalui oleh sesar aktif Palu-Koro yang berpotensi menimbulkan gempa bumi besar. Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), gempa besar telah beberapa kali terjadi di wilayah ini, antara lain pada tahun 1927, 1994, 1996, 1998, 2000, 2005, 2008, 2012, dan yang paling dahsyat terjadi pada tahun 2018 [6].

Peristiwa gempa pada 28 September 2018 terjadi akibat patahnya sesar Palu-Koro, dengan magnitudo antara 5.0 hingga 7.7 skala Richter dan kedalaman sekitar 10–11 km. Gempa ini memicu tsunami, longsor, dan fenomena likuifaksi yang menyebabkan kerusakan besar di wilayah Parigi Moutong, Donggala, Sigi, dan paling parah di Kota Palu. Berdasarkan data BNPB, tercatat 2.256 orang meninggal dunia, 1.309 orang hilang, 4.216 orang luka-luka, dan 69.571 bangunan rusak dengan total kerugian mencapai Rp18 triliun [7].

Tingginya jumlah korban jiwa sebagian struktur tahan gempa, korban jiwa bisa diminimalkan [8]. Dengan negara Jepang yang merupakan salah satu negara yang berhasil menerapkan teknologi bangunan tahan gempa, seperti struktur isolasi seismik yang dipasang pada pondasi bangunan. Teknologi ini menggunakan isolator seperti karet laminasi, pegas, dan bantalan bola untuk meredam getaran gempa hingga 70–80% [9].

Selain dari sisi konstruksi bangunan, Jepang juga memiliki sistem peringatan dini digital (Early Warning System) yang dikembangkan oleh Japan Meteorological Agency. Sistem ini tertanam dalam ponsel masyarakat dan mampu mengirimkan peringatan 10–30 detik sebelum gempa terjadi, memberikan waktu bagi warga untuk mencari tempat perlindungan [10].

Di Indonesia, jumlah korban juga diperburuk oleh minimnya pengetahuan masyarakat mengenai mitigasi bencana [11]. Oleh karena itu, edukasi dan penyediaan fasilitas tanggap bencana menjadi sangat penting. Sebagai contoh, pasca-tsunami Aceh 2004, pemerintah membangun Museum Tsunami Aceh atau escape hill sebagai tempat edukasi dan perlindungan saat terjadi bencana serupa [12].

Sejalan dengan amanat Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Pasal 3 ayat (2) tentang penanggulangan bencana, tindakan penanggulangan harus dilaksanakan secara cepat, tepat, dan sesuai dengan kondisi wilayah [13].

Dengan melihat tingkat kerawanan bencana di Kota Palu, maka sudah saatnya dirancang sebuah bangunan penyelamat seperti museum mitigasi bencana. Dalam perancangannya, penting untuk mengadopsi teknologi bangunan tahan gempa seperti sistem isolasi seismik dari Jepang, meskipun biayanya tinggi namun telah terbukti efektif.

Lebih jauh lagi, bangunan tersebut juga perlu menerapkan konsep arsitektur smart building. Konsep ini menekankan pemanfaatan sistem otomasi modern untuk memantau berbagai aspek lingkungan bangunan, seperti pencahayaan, suhu, gerakan, dan komunikasi. Dengan sistem ini, bangunan menjadi lebih aman, efisien, dan nyaman bagi penghuninya [14]. Yang tak kalah penting, bangunan tersebut harus mampu menghasilkan energi berkelanjutan, seperti penyediaan pasokan listrik mandiri, agar tetap dapat berfungsi saat terjadi bencana di masa depan.

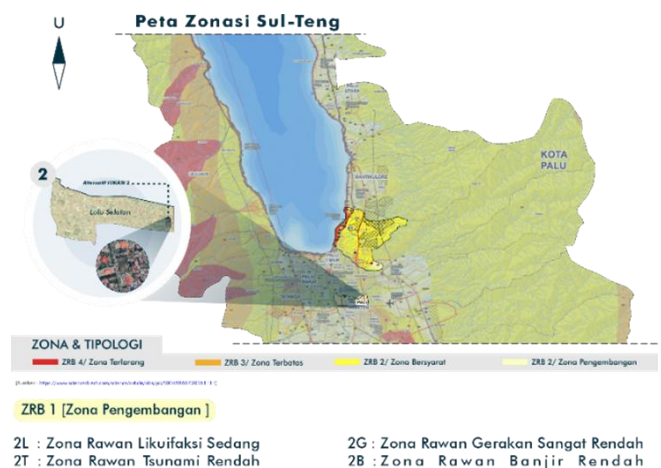
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sebuah museum edukasi kebencanaan di Kota Palu yang tidak hanya berfungsi sebagai tempat perlindungan saat terjadi bencana, tetapi juga dilengkapi dengan berbagai fasilitas edukatif yang memadai. Museum ini dirancang dengan struktur tahan gempa, yang diharapkan dapat menjadi simbol kesiapsiagaan dan kesadaran kolektif masyarakat terhadap pentingnya mitigasi bencana, sekaligus menjadi pusat informasi, pembelajaran, dan inspirasi dalam membangun peradaban yang tangguh, adaptif, dan berkelanjutan di tengah ancaman geologis yang terus mengintai.

2. Metode

2.1 Lokasi Penelitian

Pemilihan lokasi yang tepat sangat penting untuk perancangan fasilitas di wilayah rentan terjadi bencana alam. Studi ini berfokus pada lokasi peletakan bangunan di tengah ancaman geologis yang terus mengintai di kota Palu. Dengan menganalisis peta zonasi pasca bencana yaitu tingkat potensi tsunami, Likuifaksi, dan pergerakan tanah yang disebabkan gempa bumi.

Alternatif lokasi perancangan ditunjukkan yaitu Jl. Prof Moh Yamin kondisi sitenya sangat stabil. Ditinjau dari topografi tingkat kerawanan bencana, resiko nya akan lebih kecil karena berada di zona aman (ZRB 1 Zona Pengembangan). Disisi lain keunggulannya berada di pusat kota, yang tersedia berbagai macam fasilitas publik seperti Taman Walikota Palu. dilalui angkutan umum sehingga site ini lebih mudah dijangkau. Maka Lokasi perancangan Museum Historikal Gempa Bumi Palu ditunjukkan pada peta lokasi dibawah ini.



Gambar 1. Pemilihan Lokasi Berdasarkan Peta Zonasi Kota Palu

2.2 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data dilakukan melalui dua metode utama, yaitu observasi langsung di lapangan dan studi literatur. Data yang diperoleh dari observasi lapangan memberikan wawasan langsung mengenai kondisi tapak atau lokasi perancangan museum. Sementara data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait dan literatur ilmiah mendalam memberikan landasan teori yang relevan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis bagaimana

merancang di wilayah rawan gempa bumi dan menerapkan sistem mitigasi serta penerapan prinsip pendekatan arsitektur smart building.

2.3 Tahapan Penelitian

2.3.1 Analisis Literatur

Dalam analisis literatur membantu merumuskan strategi desain yang mendukung penerapan prinsip pada konsep smart building antara estetika, fungsi, dan berkelanjutan dalam perancangan museum gempa bumi yang berbasis mitigasi bencana di kota Palu.

Identifikasi Prinsip Desain

Menurut Cardin [15] menjelaskan bahwa smart building adalah suatu gedung yang telah dilengkapi dengan sistem kendali dengan pelayanan gedung secara otomatis.

The Intelligent Building Institution Washington (1998) mendefinisikan smart building sebagai bangunan yang mengintegrasikan beberapa sistem untuk mengelola semua sumber daya secara efektif dalam koordinasi terpusat untuk memaksimalkan kinerja teknis, investasi dan meminimalkan biaya operasional dan fleksibilitas [16].

Konsep smart building lahir dari akibat peningkatan kesejahteraan manusia serta perubahan pola hidup modern yang menuntut tingkat pelayanan dan pengelolaan lingkungan bangunan. Sebagaimana, sangat mempengaruhi pada kesejahteraan dan pelayanan pada pengguna bangunan, dan juga akan mempengaruhi produktifitas, moralitas serta kepuasan bagi pengguna maupun pemilik bangunan [15].

Dalam perencanaan bangunan pintar, Intelligent Building [17] merumuskan sepuluh modul kualitas lingkungan atau Quality Environmental Modules (QEM) yang menjadi prinsip dasar desain smart building, yaitu:

Tabel 1. Prinsip Dasar Smart Building

Prinsip	Definisi
M1	Ramah lingkungan, kesehatan, Efisiensi energi
M2	Fleksibilitas ruang
M3	Efektifitas biaya operasional
M4	Kenyamanan manusia
M5	Efisiensi pengerjaan
M6	Keselamatan dan keamanan
M7	Budaya
M8	Teknologi tinggi
M9	Proses struktur konstruksi
M10	Kesehatan dan sanitasi

Sketsa Konseptual

Proses dimulai dengan sketsa manual untuk mengeksplorasi bentuk dan pola tata ruang yang baik. Setelah sketsa dasar selesai, sketsa tersebut dibuat dan disajikan dalam bentuk konsep desain 2 dimensi. Sketsa tersebut menciptakan konsep desain yang akan digunakan untuk proses perancangan arsitektur.

Model Digital

Setelah sketsa konseptual selesai, dibuat konsep dalam bentuk dua dimensi 3D visual desain dibuat menggunakan

perangkat lunak, seperti Sketchup, Rhino, atau Revit. Show computerized ini memungkinkan integrasi sistem analisis struktur, efisiensi energi yang sesuai dengan prinsip arsitektur smart building.

Analisis dan Simulasi

Setelah Model digital kemudiann dianalisis menggunakan perangkat lunak simulasi kekuatan struktur, simulasi cahaya dan energi. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengevaluasi efisiensi struktur dari dampak gempa bumi. Simulasi dapat mengoptimalkan desain yang tangguh dan searah dengan prinsip arsitektur.

Presentasi dan Umpan Balik

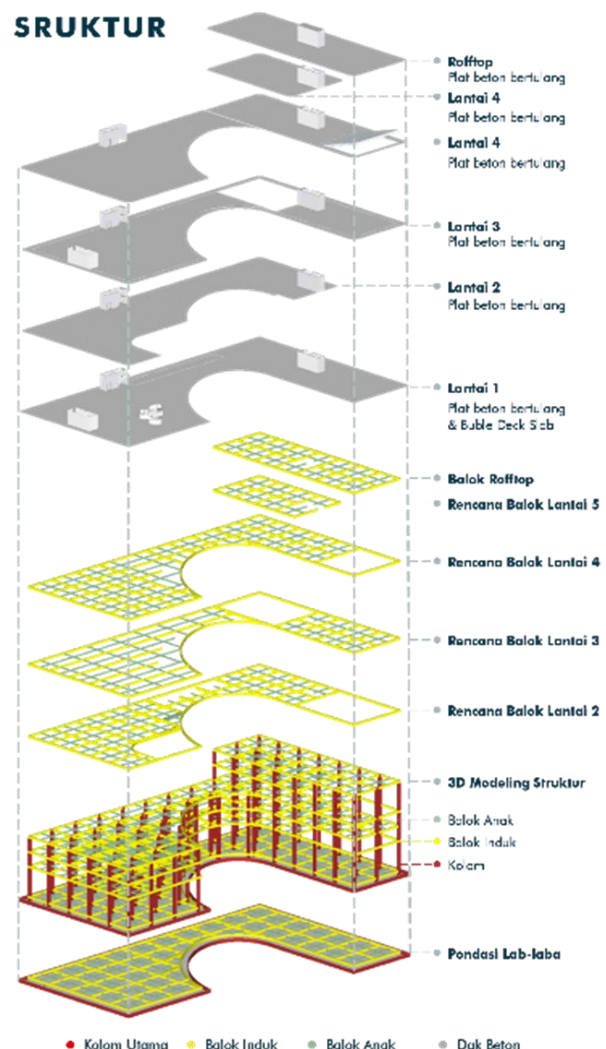
Model yang dikembangkan akan dipresentasikan kepada pemangku kepentingan untuk mendapatkan masukan. Pendekatan ini memastikan bahwa desain yang dihasilkan tidak hanya mematuhi prinsip arsitektur smart building. Tetapi juga memenuhi syarat pembangunan di Wilayah beresiko gempa bumi Sulawesi Tengah terkhusus kota Palu.

3. Hasil Desain

3.1 Struktur Berbasis Mitigasi

Prinsip desain yang diterapkan dalam perancangan museum gempa bumi berbasis mitigasi bencana berfokus pada sistem penyelamatan darurat yang memenuhi standar mitigasi.

SRUKTUR



Gambar 2. Isometrik permodelan struktur Museum

Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 22 Tahun 2018, dalam perancangan struktur bangunan harus diperhitungkan dapat memikul pengaruh gempa rencana sesuai dengan zona gempanya. Dalam perancangan struktur, baik yang kini berlaku maupun yang akan segera diluncurkan, telah diatur perancangan struktur tahan gempa yang disesuaikan dengan lokasi yang akan didirikan. Hal ini yang dapat menentukan percepatan pergerakan batuan dasar yang digunakan sebagai dasar pembebanan gempa.

Kota Palu termasuk dalam zona rawan gempa bumi tinggi. Dengan nilai PGA mencapai 0.8 g (MCEG) yang merupakan nilai ekstrim dibandingkan daerah dengan beban gempa menengah 0.25-0.8 dan daerah dengan beban gempa rendah kurang dari 0.25. berdasarkan data kategori desain seismik, ditentukan standar struktur tersebut adalah sebagai berikut:

- Daerah dengan beban gempa tinggi SNI 2847-2019
- Daerah dengan beban gempa menengah SNI 1726-2019
- Daerah dengan beban gempa rendah SNI 1727-2020

Pada gambar dua dilihat isometrik permodelan struktur museum yang menerapkan teknologi bangunan tahan gempa, seperti struktur isolasi seismik yang dipasang pada pondasi bangunan. Teknologi ini menggunakan isolator seperti karet laminasi, pegas, dan bantalan bola untuk meredam getaran gempa hingga 70–80%.

3.2 Prinsip Desain yang Diterapkan

Museum ini mengadopsi prinsip keberlanjutan dengan penggunaan panel surya yang dilengkapi sistem kinetik, sehingga panel dapat menyesuaikan orientasi mengikuti pergerakan matahari. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan penyerapan energi matahari sebagai sumber energi terbarukan, mengurangi ketergantungan pada energi fosil, serta menekan biaya operasional listrik dalam jangka panjang. Dengan strategi ini, bangunan tidak hanya efisien, tetapi juga ramah lingkungan.

Konservasi Energi (M1)

Museum ini mengadopsi prinsip keberlanjutan dengan penggunaan panel surya yang dilengkapi sistem kinetik, sehingga panel dapat menyesuaikan orientasi mengikuti pergerakan matahari. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan penyerapan energi matahari sebagai sumber energi terbarukan, mengurangi

Fungsi program ruang adalah menentukan kebutuhan ruang, mengatur fungsi serta hirarki ruang, mengarahkan desain arsitektur, menetapkan sirkulasi dan hubungan antar ruang, serta mewadahi seluruh aktivitas dan fungsi bangunan agar tercapai rancangan yang terstruktur, efisien, dan sesuai tujuan perancangan.

ketergantungan pada energi fosil, serta menekan biaya operasional listrik dalam jangka panjang. Dengan strategi ini, bangunan tidak hanya efisien, tetapi juga ramah lingkungan.

Fleksibilitas Ruang (M2)

Ruang-ruang di dalam museum dirancang dengan fleksibilitas tinggi, termasuk adanya ruang 3D virtual yang dapat difungsikan sebagai area serbaguna. Konsep ini memungkinkan penyesuaian penggunaan ruang sesuai

kebutuhan, misalnya untuk pameran temporer, edukasi interaktif, seminar, maupun kegiatan komunitas. Fleksibilitas ini membuat museum dapat terus relevan dengan berbagai bentuk kegiatan yang mendukung edukasi dan budaya.

Efektivitas Biaya Operasional (M3)

Bangunan dirancang dengan efisiensi biaya dalam hal pemeliharaan dan perbaikan. Penggunaan material tahan lama, sistem mekanikal-elektrikal yang hemat energi, serta rancangan tata ruang yang mempermudah perawatan menjadi strategi utama. Dengan demikian, meskipun investasi awal cukup besar, biaya operasional jangka panjang dapat ditekan, menjadikan museum lebih berkelanjutan secara finansial.

Kenyamanan Manusia (M4)

Penghuni dan pengunjung museum diprioritaskan kenyamanannya melalui penerapan sirkulasi udara alami serta pencahayaan alami. Ventilasi silang dan bukaan besar memungkinkan aliran udara masuk secara optimal, sedangkan pencahayaan alami melalui skylight dan facade transparan mengurangi kebutuhan pencahayaan buatan di siang hari. Hal ini menciptakan lingkungan yang sehat, nyaman, serta efisien energi.

Efisiensi Pengerjaan (M5)

Sistem sanitasi kebersihan museum dilengkapi teknologi sensor yang terhubung dengan ruang cleaning service. Inovasi ini mempermudah pengelolaan dan mempercepat pengerjaan tugas kebersihan, sehingga standar higienitas ruang publik dapat terjaga secara konsisten. Selain itu, sistem ini membantu efisiensi tenaga kerja dan mengurangi kesalahan manual.

Keselamatan dan Keamanan (M6)

Aspek keselamatan menjadi prioritas utama, terutama karena museum bertema bencana. Atap bangunan (rooftop) dirancang multifungsi, salah satunya sebagai area evakuasi ketika terjadi keadaan darurat seperti gempa bumi atau kebakaran. Selain itu, jalur evakuasi dirancang jelas dan mudah diakses, sehingga mendukung keselamatan pengunjung maupun pengelola.

Budaya (M7)

Pada bagian fasad bangunan tidak hanya memperlihatkan keindahan rumah adat tapi sebagai warisan budaya, tetapi bagaimana arsitektur tradisional dapat diadaptasi menjadi inspirasi desain modern melalui pendekatan geometris modular.

Teknologi Tinggi (M8)

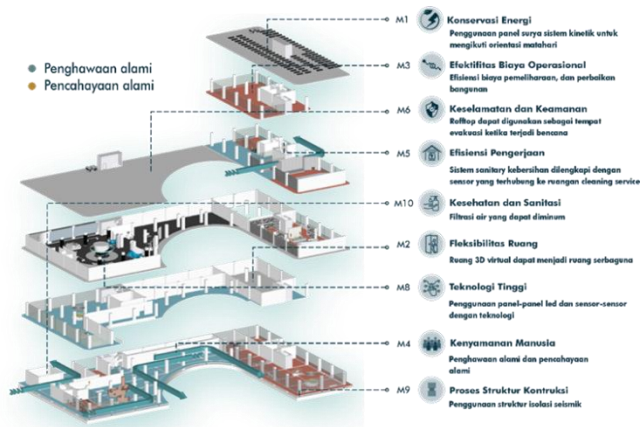
Penerapan teknologi tinggi ini juga memungkinkan adanya integrasi dengan sistem smart building yang berbasis Internet of Things (IoT). Dengan begitu, seluruh fungsi bangunan dapat dimonitor dan dikendalikan secara real-time, baik dari dalam maupun luar gedung.

Proses Struktur Konstruksi (M9)

Konsep utama yang diterapkan adalah penggunaan struktur isolasi seismik. Teknologi ini dirancang untuk meningkatkan ketahanan bangunan terhadap gempa bumi, yang sangat relevan khususnya di wilayah rawan gempa tinggi. Sistem isolasi seismik bekerja dengan cara memisahkan pergerakan tanah dari struktur utama bangunan melalui alat peredam getaran (base isolator).

Kesehatan dan Sanitasi (M10)

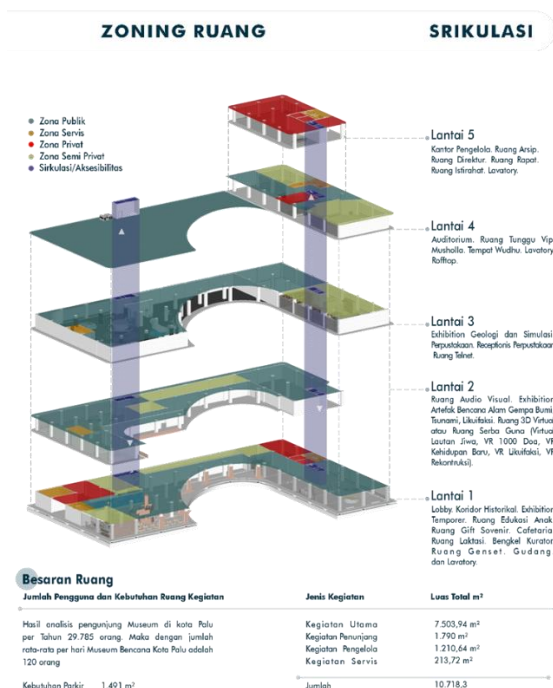
Konsep yang diterapkan menekankan pentingnya ketersediaan air bersih dan sistem sanitasi yang sehat untuk mendukung kualitas hidup pengguna bangunan. Air yang disediakan telah melalui proses filtrasi khusus, sehingga tidak hanya layak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, tetapi juga aman untuk diminum. Sepuluh prinsip tersebut di tampilkan pada gambar (3) dibawah ini.



Gambar 3. Penerapan Prinsip Smart Building

3.3 Program Ruang dan Sirkulasi Museum

Program ruang museum yang disusun berdasarkan fungsi, aktivitas, dan tujuan bangunan. Program ini menjadi dasar dalam menyusun zoning (pembagian ruang), sirkulasi (alur pergerakan), serta tata massa bangunan. Berdasarkan konseptual desain pada gambar 3, diuraikan secara rinci sehingga menghasilkan dua pelaku kegiatan dalam museum yaitu pengunjung dan pengelola. Diagram tabel kegiatan dalam museum menghasilkan sebuah diagram hubungan program ruang museum agar lebih mudah dipahami secara visual.



Gambar 4. Sirkulasi Ruang Museum

3.4 Block Plan

Dalam Block Plan pada gambar 4 merupakan rencana tata letak bangunan dan sirkulasi tapak dalam lingkup kawasan museum yang memperlihatkan hubungan antara massa bangunan utama dengan elemen-elemen pendukung di sekitarnya. Block Plan ini menekankan bagaimana pengunjung maupun pengelola dapat mengakses, menggunakan, dan bergerak di area museum secara teratur, aman, dan efisien. Makna dan Fungsi Block Plan di Museum Gempa Bumi Palu yaitu Menunjukkan hubungan harmonis antara bangunan utama dan lingkungannya (akses jalan, parkir, serta jalur servis). Memastikan sirkulasi kendaraan dan pejalan kaki terpisah dan teratur, sehingga menciptakan kenyamanan dan keselamatan pengunjung. Memberikan gambaran awal mengenai orientasi bangunan dalam konteks kawasan, bukan hanya dalam batas site plan museum. Mendukung konsep museum sebagai ruang publik edukatif dengan aksesibilitas yang inklusif bagi semua kalangan, termasuk penyandang difabel dan rombongan besar.

3.5 Eksterior Bangunan

Secara visual, bangunan museum ini memiliki komposisi massa horizontal yang memanjang, dengan beberapa volume bangunan yang saling terhubung. Komposisi ini menciptakan alur ruang yang mengalir tidak kaku, sekaligus memudahkan sirkulasi pengunjung. Massa utama bangunan tampak lebih tinggi dan menonjol, berfungsi sebagai pusat aktivitas museum.

Bentuk bangunan didominasi bentuk sederhana dan tegas, dengan sudut-sudut membulat pada bagian tertentu. Pendekatan ini memberikan kesan stabil dan aman. Bangunan dikelilingi oleh ruang terbuka dan lanskap hijau, yang berfungsi sebagai zona transisi antara ruang luar dan ruang dalam. Kehadiran elemen lanskap ini tidak hanya memperkuat kualitas visual bangunan, tetapi juga berperan sebagai ruang evakuasi terbuka dan area berkumpul dalam kondisi darurat.

Integrasi Dengan Konsep Arsitektur Smart Building

Penerapan fasad kinetik pada museum ini selaras dengan konsep smart building, dimana elemen bangunan mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan. Sistem fasad dapat diintegrasikan dengan sensor cahaya, suhu, dan cuaca, sehingga fasad dapat membuka atau menutup secara otomatis untuk mengurangi efisiensi energi.

Fasad museum ini merupakan elemen paling dominan dan ikonik yang membungkus hampir seluruh permukaan luar bangunan. Fasad ini menjadi identitas visual yang menampilkan pola berulang dengan modul berlubang (perforated) yang disusun secara ritmis. Material fasad berwarna coklat keemasan atau tembaga, memberikan kesan hangat, elegan, dan modern.

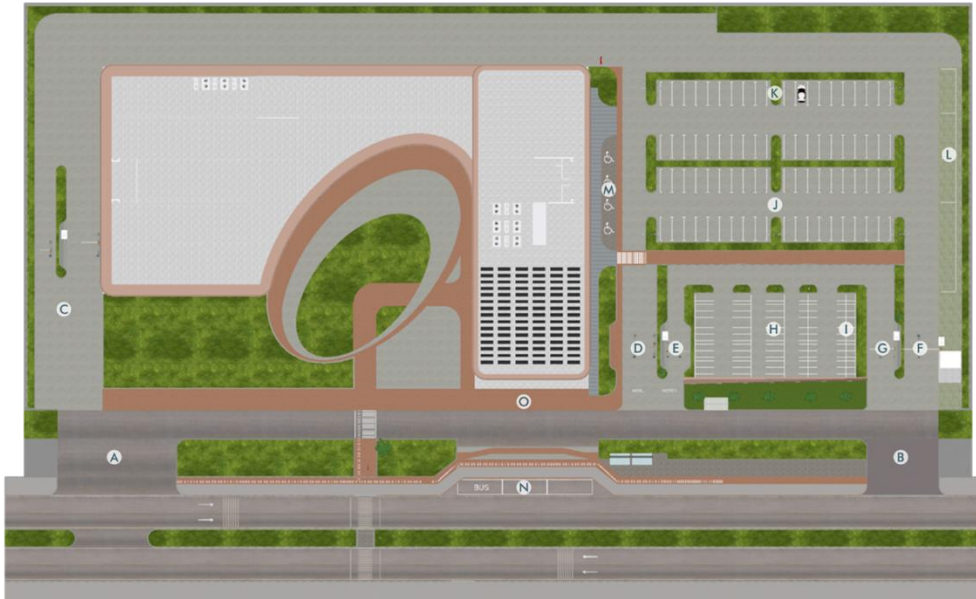
3.6 Interior Bangunan

Konsep smart building pada museum gempa bumi dan tsunami Palu dirancang untuk menciptakan pengalaman ruang yang nyaman, adaptif, dan fungsional, sekaligus mendukung penyampaian informasi secara efektif kepada pengunjung. Penerapan teknologi cerdas dalam museum ini tidak hanya berfokus pada efisiensi energi dan pengendalian

lingkungan, tetapi juga diarahakan untuk meningkatkan kualitas ruang pameran sebagai media edukasi kebencanaan.

Melalui sistem smart building, kondisi pencahayaan, penghawaan, suhu ruang, dan akustik dapat dikontrol secara terintegrasi sesuai kebutuhan masing-masing ruang. Hal ini memungkinkan terciptanya suasana ruang yang

optimal bagi pengunjung sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung dengan nyaman tanpa gangguan faktor lingkungan. Seperti sistem pencahayaan cerdas, dirancang untuk menyesuaikan intensitas cahaya dengan jenis pameran, baik berupa panel informasi, maket, instalasi interaktif atau hologram maupun media audiovisual.



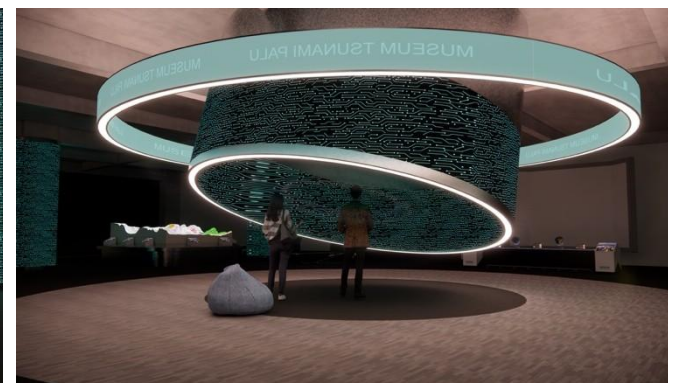
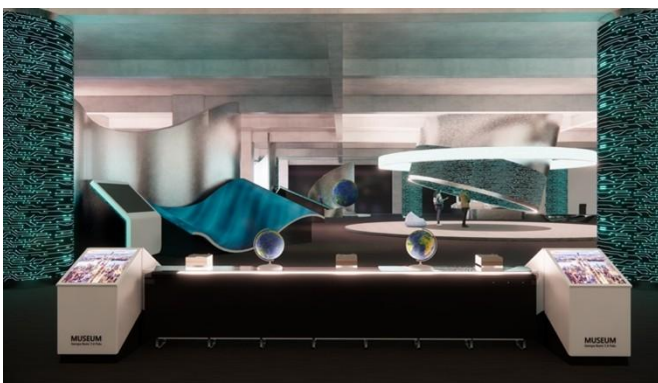
KETERANGAN

- A. Pintu Masuk Utama
- B. Pintu Keluar
- C. Jalur Servis
- D. Jalur Masuk Mobi
- E. Jalur Masuk Motor
- F. Jalur Keluar Mobil
- G. Jalur Keluar Motor
- H. Parkir Motor Pengunjung
- I. Parkir Motor Pengelola
- J. Parkir Mobil Pengunjung
- K. Parkir Mobil Pengelola
- L. Parkir Bus
- M. Parkir Khusus Difabel
- N. Dropoff Bus
- O. Dropoff Mobil

Gambar 5. Block Plan



Gambar 6. Tampak Eksterior Museum Gempa Bumi Palu



Gambar 7. Tampak Interior Museum Gempa Bumi Palu

Ruang Pameran Geologi

Kemampuan smart building dalam mengatur dan menyesuaikan kondisi ruang menjadi sangat penting dalam ruang tematik, seperti ruang geologi museum. Ruang ini dirancang khusus untuk mempresentasikan kondisi geologi wilayah kota Palu, termasuk keberadaan patahan sesar Palu-Koro yang menjadi salah satu sumber utama aktivitas gempa bumi di kota Palu.

Melalui pemanfaatan teknologi digital dan sistem bangunan cerdas, informasi geologi mampu disajikan secara lebih jelas, interaktif, dan mudah dipahami oleh berbagai kalangan pengunjung. Dalam ruang geologi, konsep smart building mendukung penggunaan media pameran interaktif, seperti proyeksi visual, layar digital, simulasi pergerakan lempeng, serta model tiga dimensi patahan geologi yang dapat direspon secara langsung oleh pengunjung. Penerapan konsep smart building pada museum gempa bumi dan tsunami Palu memungkinkan memberikan pemahaman mendalam mengenai kondisi geologi dan pentingnya mitigasi bencana bagi masyarakat.

4. Pembahasan

4.1 Solusi Berkelanjutan

Penerapan sistem struktur isolasi seismik menjadi strategi utama dalam meningkatkan ketahanan bangunan terhadap gempa bumi. Sistem ini terbukti mampu meredam getaran hingga 70–80%, sehingga secara signifikan mengurangi risiko kerusakan struktural dan memperpanjang usia bangunan [18,19]. Dengan struktur yang lebih tahan terhadap gempa, bangunan seperti museum tidak memerlukan perbaikan berulang pasca-bencana, yang pada gilirannya menghemat sumber daya material dan biaya konstruksi jangka panjang [20,21]. Hal ini menunjukkan bahwa keberlanjutan tidak hanya berkaitan dengan aspek lingkungan, tetapi juga menyangkut efisiensi dan umur teknis bangunan.

Lebih lanjut, museum ini dirancang sebagai ruang publik yang inklusif, yang dapat digunakan untuk berbagai kegiatan seperti seminar, pelatihan kebencanaan, dan aktivitas komunitas. Fleksibilitas ruang menjadi solusi berkelanjutan dari aspek sosial, karena memungkinkan pemanfaatan jangka panjang dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan masyarakat. Dari sisi lingkungan, keberlanjutan dicapai melalui pengurangan dampak negatif bangunan terhadap alam serta optimalisasi pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia.

4.2 Keunggulan Pendekatan Smart Building

Sebagai museum yang bertemakan kebencanaan, penerapan konsep smart building memberikan nilai tambah yang signifikan, terutama dalam aspek keselamatan dan mitigasi risiko. Teknologi ini memungkinkan integrasi sistem peringatan dini, sensor getaran, serta sistem komunikasi darurat yang berfungsi secara otomatis saat terjadi gempa atau kondisi darurat lainnya. Sensor getaran dapat mendeteksi pergerakan tanah lebih awal dan mengaktifkan sistem evakuasi secara otomatis, memberi waktu bagi penghuni untuk bergerak menuju area aman [22].

Selain itu, sistem komunikasi darurat memfasilitasi koordinasi yang efisien selama krisis, sehingga mengurangi

risiko cedera dan meningkatkan efektivitas tanggap darurat [23]. Teknologi ini mendukung pembangunan infrastruktur tangguh yang dapat bertahan di wilayah rawan bencana serta meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat [24,25]. Penerapan smart building pada museum ini menjadikan bangunan sebagai sistem arsitektur yang adaptif, responsif, dan berkelanjutan, sekaligus memperluas fungsinya dari sekadar ruang pameran menjadi pusat edukasi dan evakuasi yang strategis di Kota Palu.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa perancangan museum gempa dan tsunami di kota Palu dengan pendekatan mitigasi bencana dan konsep smart building mampu menghasilkan bangunan tangguh, adaptif dan berkelanjutan. Penerapan sistem struktur tahan gempa, khususnya base isolation, meningkatkan ketahanan bangunan terhadap guncangan seismik dan mengurangi risiko kerusakan struktural. Integrasi konsep smart building memungkinkan pengelolaan energi, pencahayaan, dan kenyamanan ruang secara efisien, sekaligus mendukung penyajian media pameran yang komunikatif dan interaktif. Terutama pada ruang geologi yang menampilkan kondisi sesar Palu-Koro. Selain berfungsi sebagai sarana edukasi kebencanaan, museum ini juga dirancang sebagai ruang publik yang fleksibel dan berpotensi menjadi fasilitas pendukung evakuasi saat kondisi darurat. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pendekatan arsitektur smart building dapat menjadi solusi efektif dalam pengembangan bangunan publik di wilayah rawan bencana.

Daftar Pustaka

- [1] Adri, K., Rahmat, H. K., Ramadhani, R. M., A., & Priambodo, A. Analisis Penanggulangan Bencana Alam dan Netch Guna Membangun Ketangguhan Bnecana dan Masyarakat Berkelanjutan di Jepang. Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial, 7 (2), 408-420. 2020.
- [2] Utomo, D. D., & Marta, F. Y. D. Dampak Bencana Alam Terhadap Prekonomian Masyarakat di Kabupaten Tanah Datar. Jurnal Terapan Pemerintah Minangkabau, 2(1), 92-97. <https://doi.org/10.33701/jtpm.v2i1.2395>. 2022.
- [3] Masum, M., & Ali Akbar, M. The Pacific Ring of Fire is Working as a Home Country of Geothermal Resource in teh Word. IOP Conference Series: Earth and Enviromental Science, 249 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/249/1/012020>. 2019.
- [4] Lingkungan Dan Bencana Geologi, J., Pakpahan, S., Ngadmanto, D., Rohadi, S., Sulistyio Widodo, H., Susilanto, P., Bmkg, P., Bidang Geofisika BMKG, D., & Gempa Bumi dan Tsunami BMKG Jl Angkasa, P. Analisis Kegempaan di 124 Zona Sesar Palu Koro, Sulawesi Tengah Seismicity Analysis in Palu Koro Fault Zone, Central Sulawesi. Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi, 6(3), 253–264. 2015.
- [5] Muhammad, Z. Peningkatan Ketangguhan Masyarakat Terhadap Bencana Tsunami Dengan Menggunakan Metode Simulasi. Jurnal Kesehatan Mesencephalon, 6(1). <https://doi.org/10.36053/mesencephalon.v6i1.212> NexusIntegra. 2023
- [6] Provinsi, P., & Tengah, S. PROVINSI SULAWESI TENGAH. 2018.
- [7] CNN Indonesia. (2018, 28 Oktober). *BNPB: Kerugian akibat gempa Palu capai Rp18,4 triliun*. <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20181028193229-20-342094/bnpb-kerugian-akibat-gempa-palu-capai-rp184-triliun>.
- [8] Maderu Suwandojo, S. Bangunan tahan gempa berbasis standar nasional Indonesia. 2008.
- [9] The Japan Society of Seismic Isolation. *Seismic isolation bearings & systems overview*. JSSI pamphlet. 2024.

- [10] inilah.com. (2024). Early warning. kecanggihan teknologi Jepang. <https://vt.tiktok.com/ZSFFTTUeL/>.
- [11] Zuhdi, M., Makhrus, M., Sutrio, S., & Wahyudi, W. Sosialisasi Tentang Mitigasi Bencana Tsunami dan Gempa Lombok Di Jempong Baru, Sekarbela, Mataram. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 2(2), 0–4. <https://doi.org/10.29303/jpmi.v2i1.316>. 2019.
- [12] Syahputra, H., & Munadi, K. KNOWLEDGE MANAGEMENT (Konsep dan Implementasi pada Pusat Riset Tsunami dan Mitigasi Bencana- Unsyiah). *Seminar Nasional Informatika 2011 (SemnasIF 2011)*, 2011(semnasIF), 115–123. 2011.
- [13] Irwansah, I. Pelibatan Tni Dalam Penanggulangan Bencana Ditinjau Dari Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang. <http://repository.unissula.ac.id/id/eprint/30795%0Ahttp://repository.unissula.ac.id/30795/1/20302000045>. 2023.
- [14] Cantasano Purwantiasning, A. W. Penerapan Konsep Smart Building pada Bangunan Bersejarah Menggunakan Sistem Kendali Otomatis . *Studi Kasus : Museum Fatahillah*. 115–122. 2017.
- [15] Supriyanto. Perancangan Gedung Balai Kota Batam Dengan Penerapan Konsep Green Building Dan Smart Building. *Sigma Teknika*, 6(1), 231–238.2023.
- [16] Purwantiasning, A. W. Penerapan Konsep Smart Building pada Bangunan Bersejarah Menggunakan Sistem Kendali Otomatis . *Studi Kasus : Museum Fatahillah*. 115–122. 2017.
- [17] Omar, O. Intelligent building, definitions, factors and evaluation criteria of selection. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 2903–2910. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.07.004>. 2018.
- [18] Barone S. Seismic Retrofit of “Plinio II Giovane” School Building: Major Application of Base Isolation Using High Damping Rubber Bearings. 2025;3:503-14. <https://doi.org/10.5592/co/3crocee.2025.41>.
- [19] Giziatullin IR, Fattakhova AI, Petrosyan I, Butikova TE. Practical Efficiency of Seismic Base Isolation Systems for Buildings: Empirical Data and Lessons From Destructive Earthquakes of the 21st Century. *Bulletin of Science and Research Center “Stroitelstvo”*. 2025;45(2):20-43. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2025-2\(45\)-20-43](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2025-2(45)-20-43).
- [20] Li JH, Фомин НИ, Xiao S, Yang K, Zhao S, Hao Y. Seismic Enhancement Techniques for Reinforced Concrete Frame Buildings: A Contemporary Review. *Buildings*. 2025;15(6):984. <https://doi.org/10.3390/buildings15060984>.
- [21] Pucinotti R, Lorenzo RAD, Bedon C. Seismic Isolation Devices for Protecting RC Buildings: The Frangipane School in Reggio Calabria. *Applied Sciences*. 2022;12(24):12894. <https://doi.org/10.3390/app122412894>.
- [22] Karafagka S, Riga E, Oikonomou G, Καρατζέττου Α, Fotopoulou S, Pitilakis D, Pitilakis K. RiskSchools: A Prioritization-Based System for the Risk Assessment of School Buildings Combining Rapid Visual Screening Smartphone App and Detailed Vulnerability Analysis. *Bulletin of Earthquake Engineering*. 2024;22(6):2951-80. <https://doi.org/10.1007/s10518-024-01889-x>.
- [23] Liang D, Wu H, You X, Yang H, Liang H. Performance-Based Life-Cycle Assessments of a Resilient Bridge System Equipped With Smart Bearings. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*. 2022;34(10):1188-210. <https://doi.org/10.1177/1045389x221136296>.
- [24] Harshitha KL, Naresh S, Alekhya DVNL. Seismic Risk Assessment and Mitigation Strategies for Building Resilience in Telangana. *Journal of Structural Technology*. 2025;10(2):9-24. <https://doi.org/10.46610/jost.2025.v010i02.002>.
- [25] Caruso M, Pinho R, Bianchi F, Cavalieri F, Lemmo MT. Multi-Criteria Decision-Making Approach for Optimal Seismic/Energy Retrofitting of Existing Buildings. *Earthquake Spectra*. 2023;39(1):191-217. <https://doi.org/10.1177/87552930221141917>.

