

# Telaah Pustaka Pendekatan Arsitektur Resilien di Kawasan Bencana

Damar Buana <sup>1</sup>, Dhini Dewiyanti Tantarto <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia

<sup>2</sup> Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia

Email korespondensi: damar.10421043@mahasiswa.unikom.ac.id

---

## Abstrak

Kawasan rawan bencana memerlukan pendekatan arsitektur yang resilien, khususnya pada fasilitas vital seperti bangunan sekolah yang berfungsi sebagai pusat pendidikan sekaligus tempat evakuasi darurat. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah pustaka secara sistematis mengenai pendekatan arsitektur resilien yang diterapkan di kawasan bencana, dengan fokus pada penerapannya pada bangunan sekolah. Metode yang digunakan adalah studi literatur terhadap berbagai sumber akademik dan studi kasus internasional maupun nasional, yang mencakup prinsip mitigasi risiko, adaptabilitas desain, keamanan struktural, serta peran komunitas dalam proses perencanaan dan pascabencana. Hasil telaah menunjukkan bahwa bangunan sekolah yang resilien tidak hanya ditandai oleh kekuatan struktur terhadap bencana, tetapi juga oleh fleksibilitas penggunaan ruang, keberlanjutan sumber daya, dan keterlibatan pengguna (guru, siswa, masyarakat) dalam perancangannya. Studi ini memberikan landasan teoritis untuk pengembangan pedoman desain sekolah yang aman, tangguh, dan kontekstual di wilayah rawan bencana di Indonesia.

**Kata kunci:** arsitektur resilien, kawasan bencana, bangunan sekolah, mitigasi risiko, studi literatur

---

## Pendahuluan

Wilayah-wilayah rawan gempa di Indonesia dan negara lain menghadapi tantangan serius dalam menyediakan infrastruktur pendidikan yang aman dan berkelanjutan. Bangunan sekolah, sebagai fasilitas vital, sering kali menjadi korban kerusakan parah saat terjadi bencana alam, terutama gempa bumi, yang tidak hanya menimbulkan kerugian fisik tetapi juga mengganggu kelangsungan proses belajar-mengajar serta meninggalkan dampak psikologis bagi peserta didik (Ray, 2017; Darmiany et al., 2019). Untuk menjawab tantangan ini, konsep arsitektur resilien hadir sebagai pendekatan yang berorientasi pada kemampuan bangunan dan komunitas untuk bertahan, beradaptasi, serta pulih dari dampak bencana (Liu et al., 2010; Peters, 2021).

Dalam konteks bangunan sekolah, pendekatan arsitektur resilien tidak cukup hanya mempertimbangkan ketahanan struktur fisik, tetapi juga mencakup fleksibilitas ruang, keberlanjutan sistem, dan dimensi sosial pembelajaran. Ruang pendidikan yang resilien diharapkan dapat mengakomodasi kebutuhan darurat, mempercepat pemulihan pascabencana, serta menumbuhkan kesadaran mitigatif sejak dini pada anak-anak (Campos, 2020; Cynthia et al., 2023). Dalam hal ini, desain adaptif seperti yang dikembangkan oleh Schnädelbach (2010) dan Voigt et al. (2022), melalui fasad adaptif dan sistem responsif, menjadi relevan untuk menciptakan bangunan yang mampu merespons kondisi dinamis lingkungan pascabencana.

Selain aspek struktural dan fleksibilitas ruang dalam bangunan, keberadaan ruang terbuka memiliki peran sentral dalam membentuk resiliensi sekolah. Ruang terbuka tidak hanya berfungsi sebagai area evakuasi darurat dan zona aman untuk berkumpul, tetapi juga sebagai sarana pembelajaran luar ruang yang fleksibel dan adaptif terhadap krisis. Berbagai studi menunjukkan bahwa ruang terbuka hijau mampu mempercepat pemulihan psikologis pascabencana dan memperkuat resiliensi sosial komunitas sekolah (French et al., 2019; Allan & Bryant, 2014). Penataan ruang luar yang strategis, sebagaimana ditekankan pula oleh Dewiyanti, et al (2022) dalam studi terkait ruang terbuka yang disukai anak, menjadi krusial dalam memastikan konektivitas antar bangunan, memperkuat sirkulasi evakuasi, serta menyediakan orientasi visual yang jelas dalam situasi darurat. Di wilayah tropis seperti Indonesia, ruang terbuka juga mendukung kenyamanan termal, ventilasi silang alami, serta menjadi bagian dari strategi keberlanjutan pasif yang hemat energi.

Berbagai atribut desain seperti modularitas, redundansi, adaptabilitas, dan integrasi dengan ruang publik tanggap bencana telah banyak dibahas dalam konteks kota dan permukiman (Allan & Bryant, 2014; French et al., 2019). Namun, kajian spesifik mengenai bagaimana atribut tersebut diterapkan pada konteks bangunan sekolah masih tergolong terbatas. Oleh karena itu, integrasi prinsip-prinsip arsitektur resilien ke dalam rancangan sekolah perlu didukung oleh strategi desain yang memperhatikan keterbatasan sumber daya lokal. Pemanfaatan material lokal dan teknologi bangunan berkelanjutan, sebagaimana disarankan oleh Suhamad & Martana (2020) dan Abdullah & Al-Alwan (2019), menjadi solusi potensial dalam menjawab tantangan anggaran serta akses konstruksi di wilayah terdampak. Selain itu, integrasi nilai-nilai lokal dan partisipasi komunitas, yang telah banyak dibahas dalam kajian rumah vernakular oleh Triyadi et al. (2007, 2008, 2010), menunjukkan pentingnya sinergi antara praktik arsitektur tradisional dan inovasi kontemporer dalam menciptakan lingkungan belajar yang tangguh dan kontekstual.

Telaah pustaka ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengklasifikasi, dan merumuskan prinsip-prinsip utama dalam pendekatan arsitektur resilien yang relevan bagi bangunan sekolah di kawasan rawan gempa. Dengan meninjau literatur yang bersifat konseptual maupun berbasis studi kasus, tulisan ini berupaya menyusun kerangka teoretis dan praktis yang dapat menjadi acuan dalam perancangan sekolah yang aman, tangguh, dan adaptif terhadap kondisi lokal. Pendekatan ini menggunakan metode literature review sebagaimana dijelaskan oleh Snyder (2019), dengan fokus pada integrasi antara elemen desain, adaptasi teknologi, kebutuhan sosial pendidikan, serta pemanfaatan ruang luar dalam situasi krisis. Analisis ini juga mengacu pada pendekatan kualitatif eksploratif sebagaimana diuraikan oleh Creswell & Poth (2016), untuk mengembangkan pemahaman yang mendalam mengenai hubungan antara ruang belajar, risiko bencana, dan arsitektur resilien dalam praktik lokal yang berpijak pada konteks Indonesia.

## Kajian Pustaka

### 1. Konsep Arsitektur Resilien

Arsitektur resilien merupakan pendekatan desain yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan bangunan dan lingkungan binaan dalam merespons, menyerap, dan pulih dari gangguan, khususnya yang disebabkan oleh bencana alam. Liu, Deters, dan Zhang (2010) menggarisbawahi bahwa arsitektur resilien harus mampu mempertahankan fungsi dasar bangunan meskipun berada dalam tekanan sistemik, serta memiliki elemen yang dapat beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Lebih dari sekadar kekuatan fisik, resilien dalam arsitektur mencakup sistem adaptif dan proaktif untuk mencegah kerusakan dan meminimalkan gangguan.

Peters (2021) menambahkan dimensi sosial dalam arsitektur resilien, yaitu pentingnya memperhitungkan konteks komunitas, budaya, dan keterlibatan pengguna dalam proses perancangan. Pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada kekuatan bangunan, tetapi juga pada keterhubungan sosial dan fungsi edukatif dari ruang. Dalam konteks bangunan sekolah, hal ini menjadi sangat penting karena sekolah bukan hanya tempat belajar, tetapi juga tempat berlindung dan pemulihan pascabencana.

## 2. Resiliensi pada Kawasan Rawan Gempa

Allan dan Bryant (2014) menyusun atribut resiliensi dalam desain kawasan rawan gempa, termasuk keterjangkauan akses, kejelasan jalur evakuasi, kekuatan struktur, dan fleksibilitas ruang. Mereka mengembangkan alat evaluasi yang dapat digunakan untuk menilai tingkat kesiapsiagaan suatu kota atau bangunan terhadap gempa bumi. Sementara itu, French et al. (2019) menekankan pentingnya ruang terbuka publik sebagai elemen pendukung resiliensi pascabencana, yang juga dapat menjadi bagian integral dari desain lingkungan sekolah. Kajian lokal yang dilakukan oleh Irsyam, Hutapea, dan Imran (2017), serta Hizbaron et al. (n.d) mengenai zonasi bahaya gempa dan longsor di Indonesia menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah pendidikan di Indonesia terletak di zona rawan gempa. Oleh karena itu, kebutuhan akan pendekatan desain yang berbasis risiko menjadi krusial dalam perencanaan bangunan sekolah.

## 3. Arsitektur Resilien dalam Konteks Pendidikan

Campos (2020) memperkenalkan dimensi proaktif dan edukatif dari arsitektur resilien yang diterapkan pada ruang pendidikan. Ia menekankan bahwa ruang belajar yang resilien harus memungkinkan peserta didik untuk memahami risiko bencana secara alami melalui desain ruang itu sendiri—sehingga sekolah menjadi tempat pembelajaran sekaligus persiapan terhadap bencana. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya integrasi antara sistem pendidikan dan strategi mitigasi. Tucker (2017) dalam disertasinya menunjukkan bahwa bahkan elemen interior seperti meja kelas dapat dirancang sedemikian rupa agar tahan gempa dan berfungsi sebagai alat penyelamat. Ini menunjukkan bahwa desain resilien dalam pendidikan tidak terbatas pada struktur bangunan, tetapi juga menyangkut detail interior dan perlengkapan belajar. Cynthia et al. (2023) serta Darmiany et al. (2019) mengkaji penerapan pendekatan arsitektur dalam fasilitas belajar pascabencana, terutama bagi anak-anak yang mengalami trauma. Pendekatan ini menunjukkan bahwa desain arsitektur berperan dalam proses pemulihan psikologis, dan bahwa bangunan sekolah perlu dirancang tidak hanya sebagai ruang fungsional, tetapi juga sebagai ruang penyembuhan.

## 4. Adaptif dan *Smart Architecture* sebagai Bagian dari Resiliensi

Konsep arsitektur adaptif yang dikemukakan oleh Schnädelbach (2010) dan Voigt et al. (2022) mendukung pendekatan resilien dengan menekankan pentingnya elemen yang dapat berubah mengikuti kondisi lingkungan. Hal ini dapat diintegrasikan ke dalam desain sekolah melalui fasad yang dapat merespons suhu, pencahayaan alami yang optimal, serta material cerdas yang mampu mengurangi kerusakan struktural akibat guncangan. Abdullah dan Al-Alwan (2019) juga menyoroti peran smart material dan sistem adaptif dalam menciptakan bangunan yang lebih tangguh. Penggunaan teknologi dalam arsitektur resilien, terutama untuk bangunan pendidikan, menjadi semakin penting dalam menghadapi ancaman bencana yang semakin kompleks.

Berdasarkan telaah terhadap berbagai sumber, dapat disimpulkan bahwa pendekatan arsitektur resilien untuk bangunan sekolah di kawasan rawan gempa mencakup beberapa aspek utama, yaitu: 1) Ketahanan struktur terhadap beban gempa; 2) Fleksibilitas ruang dan fungsi; 3) Integrasi sosial

dan psikologis pengguna; 4) Pemanfaatan teknologi dan material adaptif; serta 5) Penerapan prinsip edukatif dalam desain. Telaah ini membentuk dasar konseptual yang kuat untuk merancang bangunan sekolah yang tidak hanya aman, tetapi juga mendukung proses belajar dan pemulihan dalam konteks bencana.

## Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-deskriptif dengan metode utama berupa telaah pustaka (*literature review*) yang dilengkapi dengan analisis studi kasus desain. Metode ini dipilih untuk menggali secara mendalam konsep, prinsip, dan praktik arsitektur resilien dalam konteks bangunan pendidikan di kawasan rawan bencana. Langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur: dilakukan dengan meninjau sumber-sumber akademik primer seperti jurnal ilmiah, buku referensi, disertasi, dokumen kebijakan, serta artikel prosiding yang relevan dengan topik arsitektur resilien, kawasan rawan gempa, dan bangunan pendidikan. Sumber dipilih berdasarkan keterkaitannya dengan lima aspek utama arsitektur resilien, yaitu:
  - a. Ketahanan struktur terhadap beban gempa dan gangguan eksternal lainnya (Liu et al., 2010; Allan & Bryant, 2014);
  - b. Kemampuan adaptasi dan fleksibilitas desain (Schnädelbach, 2010; Abdullah & Al-Alwan, 2019);
  - c. Integrasi sosial dan psikologis pengguna bangunan (Campos, 2020; Peters, 2021);
  - d. Fungsi edukatif ruang sebagai medium pembelajaran mitigatif (Campos, 2020);
  - e. Kebijakan dan regulasi terkait bangunan aman bencana, khususnya di sektor pendidikan (Permendikbud No. 33 Tahun 2019).

Analisis literatur dilakukan secara tematik dengan mengelompokkan temuan-temuan dari berbagai sumber ke dalam kategori prinsip desain dan aplikasinya dalam konteks pendidikan.

2. Analisis Studi Desain: penelitian ini juga menganalisis beberapa contoh desain bangunan (baik berupa hasil perancangan maupun proyek terbangun) yang menerapkan prinsip arsitektur resilien di kawasan bencana. Desain yang dianalisis dipilih berdasarkan kriteria:
  - a. Berfungsi sebagai sekolah atau fasilitas pendidikan, atau memiliki relevansi fungsional terhadap pendidikan dan komunitas (misalnya pusat evakuasi berbasis sekolah);
  - b. Terletak di kawasan rawan gempa atau bencana lainnya;
  - c. Memuat elemen desain yang mencerminkan prinsip resiliensi, seperti sistem struktur tahan gempa, ruang serbaguna darurat, penggunaan material adaptif, serta pendekatan partisipatif dalam perancangannya.

Contoh desain berupa proyek dari Indonesia maupun luar negeri, termasuk desain konseptual yang telah dipublikasikan secara akademik (misalnya: Tucker, 2017; Cynthia et al., 2023; Rois & Mutia, 2022). Analisis dilakukan dengan metode deskriptif-kritis terhadap elemen-elemen arsitektural, organisasi ruang, konteks tapak, dan strategi mitigasi.

3. Sintesis dan Perumusan Kerangka Konseptual: hasil dari kedua pendekatan ini, yaitu telaah pustaka dan analisis desain, akan disintesis untuk merumuskan kerangka pendekatan arsitektur resilien yang relevan dan aplikatif bagi bangunan sekolah di kawasan bencana. Sintesis ini mencakup prinsip-prinsip desain utama, aspek teknis dan sosial, serta implikasi terhadap praktik arsitektur di Indonesia.

## Pembahasan

### Konteks Risiko dan Kebutuhan Desain Resilien di Sektor Pendidikan

Bangunan pendidikan di kawasan rawan bencana seperti zona gempa, daerah terdampak badai tropis, atau wilayah banjir yang memiliki tingkat kerentanan yang sangat tinggi, terutama karena dihuni oleh kelompok usia yang rentan secara fisik dan psikologis, seperti anak-anak dan remaja. Kerusakan sekolah akibat bencana tidak hanya menyebabkan kerugian struktural dan ekonomi, tetapi juga menghentikan proses pembelajaran, menimbulkan trauma psikososial, serta memperlambat proses pemulihan sosial dan komunitas (Campos, 2020; Darmiany et al., 2019).

Selain itu, peran ganda sekolah sebagai pusat evakuasi atau perlindungan darurat seringkali tidak bisa dijalankan secara optimal karena desain bangunan tidak mempertimbangkan fungsi tersebut (Cynthia et al., 2023). Fakta ini menegaskan bahwa fasilitas pendidikan membutuhkan pendekatan desain yang tidak hanya aman, namun juga adaptif terhadap kondisi krisis. Pendekatan arsitektur resilien menjadi kunci dalam menjawab tantangan tersebut. Liu et al. (2010) mendefinisikan arsitektur resilien sebagai sistem desain yang mampu bertahan, beradaptasi, dan pulih dari gangguan melalui pendekatan struktur, material, hingga operasional. Dalam konteks pendidikan, pendekatan ini meliputi penguatan struktur tahan gempa (Dewanto, 2025), penggunaan material lokal yang efisien dan berkelanjutan (Rois & Mutia, 2022), serta rancangan tata ruang yang memungkinkan fungsi ganda seperti ruang belajar yang juga dapat digunakan sebagai ruang pengungsian.

Campos (2020) menekankan pentingnya ruang pendidikan sebagai wadah formasi karakter dan edukasi kebencanaan. Ini sejalan dengan gagasan Peters (2021) bahwa resiliensi bukan hanya soal ketahanan fisik bangunan, tetapi juga menyangkut dimensi sosial, bagaimana arsitektur dapat memperkuat kohesi komunitas dan mempercepat pemulihan pascabencana.

### Studi Desain

Desain *TAKLOB* merupakan respons terhadap kebutuhan akan bangunan sekolah yang juga berfungsi sebagai pusat evakuasi di wilayah rawan bencana seperti Filipina (Gambar 1). Proyek ini menampilkan integrasi antara efisiensi biaya, keberlanjutan, dan ketahanan terhadap bencana, khususnya badai tropis dan banjir. Hal yang bisa dipelajari dari desain ini adalah:

1. Fungsi ganda: bangunan berperan sebagai sekolah saat normal dan pusat evakuasi saat darurat, menjawab kebutuhan fungsional dan sosial.
2. Struktur elevasi: bangunan ditinggikan dari permukaan tanah untuk menghindari banjir dan memungkinkan penggunaan ruang bawah sebagai area aman atau terbuka.
3. Bentuk atap miring: dirancang aerodinamis untuk meminimalisasi kerusakan akibat angin kencang dan memaksimalkan aliran air hujan.
4. Sirkulasi vertikal aman: tangga terbuka namun kokoh memungkinkan evakuasi cepat tanpa hambatan.
5. Material lokal dan modularitas: penggunaan material yang mudah diperoleh serta sistem konstruksi modular mempercepat pembangunan dan memudahkan perawatan.
6. Ventilasi silang dan pencahayaan alami: strategi pasif ini mendukung kenyamanan termal tanpa ketergantungan energi.

Sekolah resilien tidak harus mahal, tetapi harus dirancang secara kontekstual, adaptif, dan multifungsi, terutama di wilayah rawan bencana. Studi desain seperti proyek *TAKLOB* oleh Afan et al. merupakan

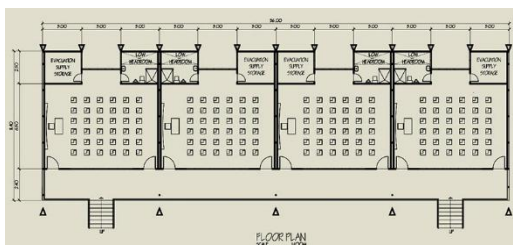
contoh nyata dari integrasi prinsip-prinsip ini: sekolah yang kokoh, murah, dan fleksibel, dengan struktur tahan badai, ruang serbaguna, dan skema evakuasi yang jelas. Ini membuktikan bahwa arsitektur resilien bukanlah konsep teoritis semata, tetapi dapat diimplementasikan secara nyata untuk membangun infrastruktur pendidikan yang tangguh.

Dengan demikian, penerapan arsitektur resilien dalam fasilitas pendidikan tidak hanya penting untuk perlindungan fisik, tetapi juga untuk mempertahankan fungsi sosial sekolah sebagai pusat pembelajaran, pemulihan, dan penguatan komunitas di tengah ancaman bencana yang terus meningkat (Allan & Bryant, 2014; French et al., 2019; Ray, 2017).

Contoh penerapan desain fleksibel lainnya adalah proyek School to Temporary Shelter karya Adonis C. Canonizzcato (Gambar 2), yang merespons kebutuhan akan fasilitas pendidikan multifungsi. Bangunan ini dirancang untuk berfungsi sebagai ruang belajar harian sekaligus tempat evakuasi sementara saat terjadi bencana. Mengusung konsep modular berukuran 9 x 7 meter, desain ini memungkinkan pembangunan yang cepat dan efisien di wilayah rawan bencana. Berikut hal hal ydang apat dipelajari dari desain ini antara lain:

- Fleksibilitas Fungsi:** Ruang kelas dirancang untuk penggunaan sehari-hari, namun dapat dengan cepat dialihfungsikan sebagai tempat perlindungan saat terjadi bencana.
- Sistem modular dan bangunan panggung:** Bangunan menggunakan konstruksi modular dari bahan ringan seperti baja dan plastik bergelombang, serta ditinggikan untuk mencegah dampak banjir.
- Ventilasi silang dan pencahayaan alami:** Penggunaan jendela casement dan ventilasi atap memungkinkan sirkulasi udara dan pencahayaan alami yang optimal, sehingga ruang tetap nyaman tanpa bergantung pada energi tambahan.
- Aksesibilitas Inklusif:** Tersedianya ramp dan tangga menjadikan bangunan ini mudah diakses oleh semua kalangan, termasuk penyandang disabilitas, sehingga mendukung prinsip universal design.
- Efisiensi bahaya dan biaya:** Material dipilih berdasarkan ketersediaan di pasar lokal dan efisiensi biaya, sehingga cocok untuk daerah dengan sumber daya terbatas.
- Pendekatan berorientasi kemanusiaan:** Meski dirancang untuk situasi darurat, tampilan bangunan tetap memperhatikan estetika dan kenyamanan, mencerminkan penghargaan terhadap martabat pengguna.

Sama seperti proyek TAKLOB, School to Temporary Shelter memperlihatkan bahwa pendekatan arsitektur resilien tidak hanya menekankan pada kekuatan bangunan semata, tetapi juga mencakup fleksibilitas fungsi, kesesuaian dengan konteks lokal, dan nilai-nilai kemanusiaan. Desain ini menegaskan bahwa sekolah di wilayah rawan bencana tidak harus bersifat sementara, tetapi dapat menjadi infrastruktur pendidikan yang tangguh, inklusif, dan berkelanjutan.



**Gambar 1.** Low-Cost and Disaster Resilient School and Evacuation Center yang didesain oleh Afan, Khemlani, Martin



**Gambar 2.** School to Temporary Shelter yang didesain oleh Adonis C. Canonizzcato

Sumber:  
<https://www.behance.net/gallery/15825217/TAKLOB-A-Low-cost-and-Disaster-Resilient-School-Design>

Sumber: <https://uap-ea.blogspot.com/2015/03/resilient-schoolbuilding-design-1.html>

### Implikasi untuk Perancangan Sekolah di Indonesia

Berdasarkan hasil telaah pustaka, dapat dirumuskan sejumlah prinsip desain resilien yang relevan untuk diterapkan dalam konteks Indonesia, terutama di wilayah rawan bencana seperti pesisir, daerah gempa, dan zona banjir:

1. Struktur Modular dan Tahan Bencana: struktur modular memungkinkan efisiensi dalam pembangunan dan fleksibilitas dalam perluasan. Penggunaan sistem struktur tahan angin dan gempa, seperti rangka baja ringan, sambungan fleksibel, dan fondasi yang mampu menyerap guncangan yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap bencana alam.
2. Material Lokal dan Ekonomis: pemanfaatan material lokal seperti bambu, bata ringan, atau kayu tahan rayap tidak hanya menurunkan biaya, tetapi juga mendukung keberlanjutan dan ketersediaan bahan dalam situasi darurat.
3. Ruang Serbaguna dan Adaptif: ruang kelas yang dapat difungsikan sebagai ruang evakuasi atau tempat pengungsian sementara memperluas fungsi bangunan dan meningkatkan nilai strategis sekolah saat krisis.
4. Sirkulasi dan Ventilasi Alami: sistem ventilasi silang dan pencahayaan alami mendukung kenyamanan termal dan efisiensi energi, sekaligus menjaga kesehatan lingkungan belajar pasca-bencana saat suplai listrik dan air bersih terganggu.
5. Partisipasi Komunitas dalam Perencanaan: pelibatan guru, siswa, orang tua, dan tokoh masyarakat dalam proses perancangan akan meningkatkan rasa memiliki serta memperkuat jejaring sosial saat masa tanggap darurat.

### Kriteria Pendekatan Perancangan Resilien untuk Bangunan Pendidikan

Dari hasil studi, dapat dibuat tabel Kriteria Pendekatan Arsitektur Resilien untuk Bangunan Pendidikan (Tabel 1).

**Tabel 1.** Kriteria Pendekatan Arsitektur Resilien untuk Bangunan Pendidikan

No.	Kriteria Resilien	Deskripsi	Indikator
1	Ketahanan terhadap Bencana Alam	Struktur dirancang tahan gempa, badai, dan banjir	1. Sistem struktur tahan gempa 2. Elevasi & drainase memadai 3. Material tahan air
2	Desain Modular & Fleksibel	Ruang bisa diubah fungsi & bangunan dikembangkan bertahap	1. Ruang serbaguna 2. Desain modular 3. Tahapan konstruksi dimungkinkan
3	Kemandirian Energi & Sumber Daya	Mampu tetap berfungsi saat darurat	1. Pencahayaan & ventilasi alami 2. Energi terbarukan 3. Penampungan air hujan
4	Partisipasi Komunitas & Akar Lokal	Desain responsif terhadap budaya dan melibatkan masyarakat	1. Teknologi lokal 2. Bahan lokal 3. Partisipasi warga
5	Konektivitas & Aksesibilitas	Mudah diakses dan cepat dievakuasi	1. Jalur evakuasi jelas 2. Akses ke titik aman 3. Inklusif untuk semua pengguna
6	Adaptabilitas terhadap Perubahan Iklim	Tangguh terhadap cuaca ekstrem dan panas	1. Atap tahan panas 2. Pelindung vegetative 3. Drainase adaptif
7	Sistem Informasi & Edukasi Bencana	Bangunan mendukung kesiapsiagaan dan edukasi	1. Ruang untuk sistem informasi 2. Signage evakuasi 3. Edukasi mitigasi

## **Kesimpulan**

Pendekatan arsitektur resilien pada fasilitas pendidikan di wilayah rawan bencana bertujuan untuk menghadirkan lingkungan belajar yang tidak hanya aman secara struktural, tetapi juga mampu beradaptasi terhadap kondisi darurat serta mendukung proses pemulihan pascabencana. Hasil kajian menunjukkan bahwa ketangguhan sekolah ditentukan oleh kombinasi antara kekuatan fisik bangunan, fleksibilitas fungsi ruang, keterlibatan aktif komunitas, penggunaan material lokal yang efisien, serta integrasi nilai edukatif dalam desain. Implementasi prinsip-prinsip tersebut dapat ditemukan pada contoh desain seperti TAKLOB dan School to Temporary Shelter, yang menunjukkan bahwa bangunan sekolah multifungsi dengan kemampuan sebagai pusat evakuasi dapat diwujudkan secara efektif, efisien, dan kontekstual. Oleh karena itu, penerapan arsitektur resilien menjadi strategi penting dalam mendukung kesinambungan pendidikan di wilayah dengan tingkat risiko bencana yang tinggi.



## Daftar Pustaka

- Abdullah, Y. S., & Al-Alwan, H. A. (2019). Smart material systems and adaptiveness in architecture. *Ain Shams Engineering Journal*, 10(3), 623-638.
- Allan, P., & Bryant, M. (2014). The attributes of resilience: a tool in the evaluation and design of earthquake-prone cities. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 5(2), 109-129.
- Campos, P. (2020). Resilience, education and architecture: The proactive and "educational" dimensions of the spaces of formation. *International journal of disaster risk reduction*, 43, 101391.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- Cynthia, C., Monica, F., Gratiano, G., & Solikhah, N. (2023). PERANCANGAN FASILITAS BERMAIN DAN BELAJAR BAGI ANAK PASCA BENCANA DI DESA CIHERANG, CIANJUR. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, 7(2), 123-132.
- Darmiany, D., Rosyidah, A. N. K., Karma, I. N., Witono, H., Husniati, H., & Widiada, I. K. (2019). PGSD Untuk Negeri: Terapi Bermain Sebagai Bentuk Trauma Healing Bagi Anak-Anak Korban Gempa Lombok. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(2).
- Dewanto, H. C. (2025). *ANALISIS MATERIAL DAN SISTEM STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG TAHAN GEMPA DENGAN PENAMBAHAN DILATASI* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Dewiyanti, D., Widiyanti Natalia, T., & Hertoety, D. (2022). Identifikasi Pilihan Tempat Bermain Anak pada Lingkungan Permukiman Terencana dan Tidak Terencana. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 11(4), 198-207
- French, E. L., Birchall, S. J., Landman, K., & Brown, R. D. (2019). Designing public open space to support seismic resilience: A systematic review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 34, 1-10.
- Hizbaron, D. R., Hadmoko, D. S., Samodra, G., Dalimunthe, S. A., & Sartohadi, J. Tinjauan Kerentanan, Risiko dan Zonasi Rawan Bahaya Rockfalldi Kulonprogo, Yogyakarta Review of Vulnerability, Risk and Rockfall Danger Prone Zoning in Kulonprogo, Yogyakarta.
- Irsyam, M., Hutapea, B. M., & Imran, I. (2017). Zonasi Hazard Gempa Bumi untuk Wilayah Jakarta. *J. Tek. Sipil*, 24(2), 159-166.
- Liu, D., Deters, R., & Zhang, W. J. (2010). Architectural design for resilience. *Enterprise Information Systems*, 4(2), 137-152.
- Martana, S. P. (2004). Ruang Terbuka Hijau sebagai Utilitas Kota dan Ruang Interaksi Masyarakat. *Majalah Ilmiah Unikom*, 4, 94-101.
- Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2019 Tentang Penyelenggaraan Program Satuan Pendidikan Aman Bencana
- Peters, T. (2021). The Social Contexts of Resilient Architecture'. *Multisystemic Resilience*, 625-645.
- Ray, B. (2017). Response of a resilient community to natural disasters: The Gorkha Earthquake in Nepal, 2015. *The Professional Geographer*, 69(4), 644-654.
- Rois, J. A. H., & Mutia, F. (2022). *Penerapan Prinsip Resilience Architecture Pada Hunian Sementara Pascabencana. Tesa Arsitektur*, 20(2), 105-116.
- Schnädelbach, H. (2010). Adaptive architecture-a conceptual framework. *proceedings of Media City*, 197, 522-538.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 104, 333-339.
- Suhamad, D. A., & Martana, S. P. (2020, July). Sustainable building materials. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 879, No. 1, p. 012146). IOP Publishing.
- Triyadi, S., & Harapan, A. (2008). Kearifan lokal rumah vernakular di Jawa Barat bagian selatan dalam merespon gempa. *Jurnal Sains dan Teknologi EMAS*, 18(2), 123-134
- Triyadi, S., Sudradjat, I., & Harapan, A. (2010). Kearifan Lokal Pada Bangunan Rumah Vernakular Di Bengkulu Dalam Merespon Gempa Studi Kasus: Rumah Vernakular di Desa Duku Ulu. *Local Wisdom Jurnal Ilmiah Kajian Kearifan Lokal*, 1(1), 1-7.
- Triyadi, S., Sudradjat, I., & Harapan, A. (2007). Vernacular houses typology and its respond to the earthquake. *Asian Transactions on Engineering*, 1(02), 33-40.
- Tucker, R. (2017). *The Kids Are All Right: Designing an Earthquake-Resilient Classroom Table* (Doctoral dissertation, Open Access Te Herenga Waka-Victoria University of Wellington).

Voigt, M. P., Roth, D., & Kreimeyer, M. (2022). Main characteristics of adaptive façades. *Proceedings of the Design Society*, 2, 2543-2552.