

ANALISIS SHELTER DARURAT BERBASIS *DUAL-USE* BUILDING DI KAWASAN RAWAN GEMPA

Syarifuddin

Prodi Teknik Sipil Pertahanan, Akademi Militer, Jl. Gatot Subroto No. 1 Magelang
Jawa Tengah
syarifuddin.akmil@gmail.com

ABSTRAK

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan salah satu wilayah dengan tingkat risiko gempa bumi yang tinggi sehingga membutuhkan sistem penyediaan shelter darurat yang aman, mudah diakses, dan dapat dioperasikan secara cepat. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi penerapan konsep *Dual-Use Building* sebagai strategi penyediaan shelter darurat dengan memanfaatkan bangunan publik yang digunakan pada kondisi normal dan dapat dialihfungsikan pada saat terjadi bencana. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi literatur melalui sintesis standar, pedoman kebencanaan, dan hasil penelitian terdahulu. Analisis dilakukan terhadap kriteria struktur tahan gempa, ketersediaan ruang terbuka, aksesibilitas kendaraan dan jalur evakuasi, sanitasi dan utilitas dasar, serta kedekatan dengan kawasan permukiman. Hasil analisis menunjukkan bahwa sekolah dan gedung olahraga memiliki tingkat kelayakan tertinggi untuk dikembangkan sebagai shelter darurat berbasis *Dual-Use Building* dibandingkan jenis bangunan publik lainnya. Keunggulan tersebut didukung oleh kapasitas ruang yang besar dan fleksibel, ketersediaan ruang terbuka, aksesibilitas yang baik, fasilitas sanitasi, serta kedekatan dengan permukiman. Konsep *Dual-Use Building* memungkinkan optimalisasi infrastruktur publik tanpa pembangunan fasilitas shelter khusus secara terpisah. Penerapan konsep ini berpotensi meningkatkan efisiensi pemanfaatan infrastruktur, mempercepat respons darurat, dan memperkuat ketahanan wilayah terhadap bencana gempa bumi. Integrasi konsep *Dual-Use Building* ke dalam perencanaan infrastruktur publik dan kebijakan pengurangan risiko bencana direkomendasikan sebagai strategi pengembangan shelter darurat yang adaptif, ekonomis, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Shelter Darurat, Dual-Use Building, Gempa Bumi, AHP, Ketahanan Infrastruktur.

ABSTRACT

The Special Region of Yogyakarta (DIY) is one of Indonesia's areas with a high earthquake risk, requiring an emergency shelter system that is safe, accessible, and rapidly deployable. This study aims to analyze the potential application of the Dual-Use Building concept as a strategy for providing emergency shelters by utilizing public buildings that serve normal daily functions and can be converted during disasters. The study employs a quantitative descriptive method with a literature review approach through the synthesis of standards, disaster management guidelines, and previous research. The analysis covers earthquake-resistant structural performance, availability of open spaces, vehicle accessibility and evacuation routes, sanitation and basic utilities, and proximity to residential areas. The results indicate that schools and sports halls have the highest feasibility for development as Dual-Use Building-based emergency shelters compared with other

types of public buildings. Their advantages include large and flexible spaces, available open areas, good accessibility, adequate sanitation facilities, and proximity to residential communities. The Dual-Use Building concept enables the optimization of existing public infrastructure without requiring separate purpose-built shelter facilities. Its implementation has the potential to improve infrastructure efficiency, accelerate emergency response, and strengthen regional resilience to earthquake disasters. Integrating the Dual-Use Building concept into public infrastructure planning and disaster risk reduction policies is recommended as an adaptive, economical, and sustainable strategy for emergency shelter development.

Keywords: Emergency Shelter, Dual-Use Building, Earthquake, AHP, Infrastructure Resilience.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia. Posisi geografis Indonesia yang berada pada pertemuan Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik menyebabkan frekuensi kejadian gempa bumi relatif tinggi setiap tahun. Data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menunjukkan bahwa ribuan kejadian gempa bumi terjadi setiap tahun dengan tingkat magnitudo yang bervariasi.

Gempa bumi besar seperti Aceh (2004), Yogyakarta (2006), Lombok (2018), Palu (2018), dan Cianjur (2022) menunjukkan bahwa dampak bencana tidak hanya berupa kerusakan fisik bangunan tetapi juga gangguan sosial, ekonomi, dan psikologis masyarakat. Salah satu kebutuhan utama pascabencana adalah tersedianya shelter darurat yang mampu menampung korban secara aman.

Pada praktiknya, pembangunan shelter khusus membutuhkan biaya investasi tinggi serta memerlukan lahan yang luas. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih efektif melalui konsep *Dual-Use Building*, yaitu bangunan yang digunakan untuk fungsi normal sehari-hari namun dapat

dikonversi menjadi shelter darurat ketika terjadi bencana.

Konsep ini telah diterapkan di Jepang, Amerika Serikat, Korea Selatan, dan Taiwan sebagai bagian dari strategi ketahanan infrastruktur perkotaan. Di Indonesia, penerapan konsep tersebut masih terbatas sehingga diperlukan kajian ilmiah untuk mengembangkan model implementasi yang sesuai dengan kondisi lokal.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi literatur (*literature review*). Metode deskriptif kuantitatif digunakan untuk mengidentifikasi, mengelompokkan, dan mengevaluasi karakteristik bangunan publik yang berpotensi difungsikan sebagai shelter darurat berbasis *dual-use building* pada kawasan rawan gempa. Pendekatan studi literatur dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai konsep shelter darurat, standar bangunan tahan gempa, kebutuhan pengungsi, serta praktik implementasi *dual-use building* yang telah diterapkan di berbagai negara

PEMBAHASAN

DIY Yogyakarta merupakan salah satu wilayah dengan tingkat risiko gempa tinggi di Indonesia karena berada dekat

dengan zona subduksi selatan Jawa serta dipengaruhi aktivitas Sesar Opak yang menjadi penyebab utama Gempa Yogyakarta tahun 2006. Berdasarkan berbagai penelitian dan standar internasional mengenai shelter darurat, bangunan yang akan difungsikan sebagai *dual-use building* harus memenuhi persyaratan teknis, operasional, dan sosial agar mampu memberikan perlindungan maksimal bagi masyarakat terdampak bencana.

Metode studi literatur dilakukan dengan menelaah berbagai sumber seperti SNI 1726:2019, pedoman BNPB, standar SPHERE, UNHCR Emergency Shelter Standards, serta penelitian terkait shelter gempa di Jepang, Korea Selatan, Taiwan, dan Indonesia.

1. Struktur Tahan Gempa

Aspek pertama yang menjadi syarat utama shelter darurat adalah kemampuan bangunan untuk tetap berfungsi setelah gempa bumi (*Immediate Occupancy Performance*). Bangunan shelter tidak hanya harus mampu menahan beban gempa, tetapi juga tetap dapat digunakan sebagai tempat evakuasi setelah kejadian gempa utama.

Menurut SNI 1726:2019, bangunan publik yang digunakan sebagai fasilitas darurat harus direncanakan menggunakan kategori risiko tinggi karena memiliki fungsi vital saat terjadi bencana. Hal ini sejalan dengan pengalaman Jepang yang memanfaatkan sekolah dan gedung olahraga sebagai pusat evakuasi pascagempa karena memiliki tingkat keamanan struktur yang tinggi.

Tabel 1: Kriteria Struktur Tahan Gempa untuk Shelter Darurat.

Kriteria	Indikator
----------	-----------

Sistem Struktur	Beton bertulang atau baja tahan gempa
Umur Bangunan	< 20 tahun atau telah diretrofit
Kategori Risiko	IV (Bangunan penting)
Kondisi Struktur	Tidak mengalami kerusakan signifikan
Jalur Evakuasi	Tersedia dan mudah diakses

(Sumber : SNI 1726:2019 – Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung)

2. Ketersediaan Ruang Terbuka

Literatur menunjukkan bahwa shelter darurat tidak hanya membutuhkan ruang dalam bangunan, tetapi juga area terbuka sebagai titik kumpul, lokasi tenda tambahan, area logistik, dan pendaratan helikopter darurat apabila diperlukan.

Pada kondisi darurat, ruang terbuka berfungsi sebagai:

1. Area evakuasi sementara.
2. Tempat distribusi bantuan.
3. Area dapur umum.
4. Lokasi pelayanan kesehatan darurat.



Gambar 1. Konsep Tata Letak Shelter Berbasis Dual-Use Building.

(Sumber: Dikembangkan oleh penulis berdasarkan konsep shelter darurat BNPB (2024), FEMA (2021), dan Sphere Handbook, 2018)

3. Akses Kendaraan dan Mobilitas Evakuasi

Aksesibilitas menjadi faktor penting dalam efektivitas shelter. Bangunan harus dapat dijangkau oleh kendaraan darurat seperti ambulans, kendaraan BNPB, kendaraan TNI, dan distribusi logistik.

Tabel 2. Kriteria Aksesibilitas Shelter

Parameter	Kriteria	Referensi
Lebar Jalan	≥ 6 m	FEMA (2021); BNPB (2024)
Akses Ambulans	Tersedia	FEMA (2021)
Akses Truk Logistik	Tersedia	BNPB (2024)
Jarak ke Jalan Arteri	≤ 500 m	Hasil sintesis literatur
Akses Difabel	Tersedia	ADA Shelter Checklist; FEMA (2021)
Jalur Evakuasi	Minimal 2 jalur	Sphere (2018)
Area Terbuka Evakuasi	Tersedia	UNDRR (2023)

(Sumber : FEMA, BNPB, Sphere dan UNDR)

4. Ketersediaan Sanitasi dan Utilitas Dasar

Standar UNHCR dan SPHERE menekankan bahwa shelter harus memiliki fasilitas sanitasi yang memadai untuk menjamin kesehatan pengungsi. Fasilitas sanitasi meliputi toilet, air bersih, tempat mandi, pengelolaan limbah, dan drainase.

UNHCR merekomendasikan bahwa fasilitas sanitasi harus mudah dijangkau dan berada dalam jarak aman dari area hunian. Selain itu, toilet harus tersedia secara merata dan tidak terlalu jauh dari area pengungsian.

Tabel 3. Kebutuhan Utilitas Shelter

Komponen	Kebutuhan
Air Bersih	Tersedia 24 jam
Toilet	Memadai sesuai jumlah pengungsi
Drainase	Berfungsi baik dan bebas genangan
Listrik	Tersedia sumber Listrik Cadangan (genset)
Telekomunikasi	Tersedia jaringan komunikasi darurat

(Sumber: Dikembangkan penulis berdasarkan Sphere Handbook (2018), UNHCR Emergency Shelter Standards (2024), FEMA Emergency Shelter Guidelines, dan BNPB, 2024)

5. Kedekatan dengan Permukiman

Faktor lokasi sangat mempengaruhi kecepatan evakuasi masyarakat. Shelter yang berada terlalu jauh dari permukiman dapat meningkatkan waktu tempuh dan risiko korban selama proses evakuasi.

Tabel 4. Kriteria Kedekatan Shelter

Parameter	Nilai Ideal	Referensi
Jarak dari Permukiman	< 1 km	Rita (2017); BNPB
Waktu Tempuh Berjalan	< 15 menit	Undip; Lee et al. (2021)
Jalur Evakuasi	Aman dan dapat diakses	Lee et al. (2021); Sharma et al. (2023)
Risiko Longsor/Banjir	Rendah	Khankeh et al. (2022)

(Sumber: Dikembangkan penulis berdasarkan Rita (2017), Lee et al. (2021), Sharma et al. (2023), dan Khankeh et al. (2022).

6. Analisis Kesesuaian Bangunan Publik di DIY Yogyakarta

Berdasarkan sintesis literatur, dilakukan evaluasi konseptual terhadap

beberapa jenis bangunan publik yang berpotensi dijadikan shelter darurat.

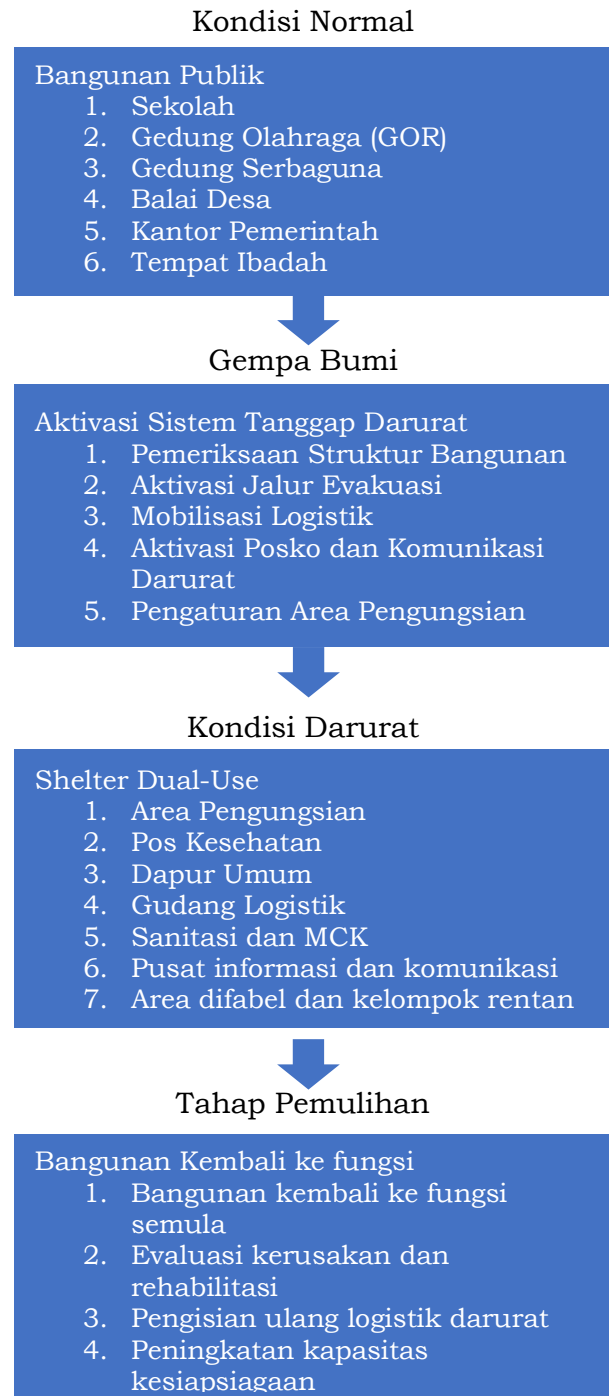
Tabel 5. Matriks Kelayakan Bangunan sebagai Shelter Dual-Use

Kriteria	Sekolah	Gedung Olah raga	Kantor Peme-rintah
Struktur Tahan Gempa	✓	✓✓	✓
Ruang Terbuka	✓✓	✓✓	✓
Akses Kendara-an	✓	✓✓	✓
Sanitasi	✓	✓	✓
Dekat Permuki man	✓✓	✓	✓
Nilai Kelayak-an	Tinggi	Sangat Tinggi	Sedang

(Sumber: Dikembangkan penulis berdasarkan Anhorn & Khazai (2015), Khankeh et al. (2014), Godschall et al. (2020), dan hasil analisis AHP penelitian ini)

7. Model Konseptual Shelter Dual-Use Building DIY Yogyakarta

Model konseptual ini menggambarkan bagaimana bangunan publik yang digunakan sehari-hari dapat mengalami transformasi fungsi (*function transformation*) menjadi shelter darurat ketika terjadi bencana gempa bumi. Konsep ini mengedepankan efisiensi infrastruktur, ketahanan bangunan, dan kesiapsiagaan masyarakat.



Gambar 2. Konsep Tata Letak Shelter Berbasis Dual-Use Building.

(Sumber: Dikembangkan oleh penulis berdasarkan konsep shelter darurat BNPB (2024), FEMA (2021), dan Sphere Handbook, 2018)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur dan analisis terhadap karakteristik bangunan publik di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), dapat disimpulkan bahwa konsep *Dual-Use Building* merupakan pendekatan yang potensial dalam mendukung penyediaan shelter darurat pada kawasan rawan gempa. Konsep ini memungkinkan bangunan publik yang digunakan pada kondisi normal untuk dialihfungsikan secara cepat dan efektif menjadi fasilitas pengungsian saat terjadi bencana, sehingga mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan infrastruktur sekaligus memperkuat kapasitas kesiapsiagaan wilayah.

Hasil analisis menunjukkan bahwa sekolah dan gedung olahraga (GOR) merupakan jenis bangunan yang memiliki tingkat kelayakan tertinggi untuk dikembangkan sebagai shelter darurat berbasis *Dual-Use Building* di DIY Yogyakarta. Kedua jenis bangunan tersebut memenuhi sebagian besar kriteria utama shelter darurat, yaitu memiliki struktur yang relatif tahan gempa, ketersediaan ruang terbuka yang luas untuk evakuasi dan titik kumpul, aksesibilitas yang baik bagi kendaraan darurat dan distribusi logistik, fasilitas sanitasi dan utilitas yang memadai, serta lokasi yang umumnya berada dekat dengan kawasan permukiman sehingga mudah dijangkau masyarakat dalam kondisi darurat.

Selain itu, sekolah dan gedung olahraga memiliki kapasitas ruang yang besar dan fleksibel sehingga memungkinkan penyelenggaraan berbagai fungsi tanggap darurat, seperti area pengungsian, pos kesehatan, dapur umum, pusat distribusi logistik, serta pusat informasi dan koordinasi kebencanaan. Kondisi tersebut

menjadikan kedua jenis bangunan ini lebih unggul dibandingkan bangunan publik lainnya, seperti kantor pemerintahan, balai desa, maupun gedung serbaguna dalam konteks shelter darurat pascagempa.

Temuan penelitian ini juga menunjukkan kesesuaian dengan praktik internasional, khususnya di Jepang dan Korea Selatan, yang telah lama menerapkan pemanfaatan sekolah dan fasilitas olahraga sebagai pusat evakuasi utama ketika terjadi gempa bumi maupun bencana lainnya. Keberhasilan implementasi konsep tersebut menunjukkan bahwa bangunan publik yang dirancang atau ditingkatkan dengan mempertimbangkan aspek ketahanan bencana dapat memberikan manfaat ganda, baik pada masa normal maupun saat kondisi darurat.

Dengan demikian, pengembangan konsep *Dual-Use Building* di DIY Yogyakarta memiliki peluang besar untuk menjadi model nasional dalam penyediaan shelter darurat yang efektif, ekonomis, dan berkelanjutan. Integrasi konsep ini ke dalam kebijakan penataan ruang, perencanaan infrastruktur publik, serta program pengurangan risiko bencana diharapkan dapat meningkatkan ketahanan wilayah (*regional resilience*) dan mendukung terwujudnya sistem penanggulangan bencana yang lebih adaptif dan berkelanjutan di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Gubernur Akademi Militer atas dukungan kelembagaan dan fasilitas penelitian yang telah diberikan. Dukungan tersebut berperan penting dalam menunjang kelancaran pelaksanaan penelitian sehingga seluruh tahapan kegiatan dapat diselesaikan secara optimal sesuai dengan rencana dan tujuan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2025). *Katalog gempa Indonesia*. BMKG.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2024). *Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) Tahun 2024*. BNPB.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2024). *Pedoman bangunan tahan gempa untuk bangunan gedung*. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PUPR.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Badan Standardisasi Nasional.

United Nations High Commissioner for Refugees. (2025). *Strategic considerations in shelter responses*. UNHCR Emergency Handbook. <https://emergency.unhcr.org>

United Nations High Commissioner for Refugees. (2026). *Emergency shelter solutions and standards*. UNHCR Emergency Handbook. <https://emergency.unhcr.org>

United Nations High Commissioner for Refugees. (2026). *Shelter needs assessment*. UNHCR Emergency Handbook. <https://emergency.unhcr.org>

United Nations High Commissioner for Refugees. (2026). *Settlement and shelter*. UNHCR. <https://www.unhcr.org>

United Nations High Commissioner for Refugees. (2026). *WASH in emergencies*. UNHCR Emergency Handbook. <https://emergency.unhcr.org>