STRUKTUR DAN KONSTRUKSI TAHAN GEMPA SEBAGAI GAGASAN EKSPLORASI BENTUK BANGUNAN PUSAT EVAKUASI

Gerald Joel Hasiholan Marbun [1)], Martinus Bambang Susetyarto [2)*], Sri Tundono [3)]
[1,2,3)]Program Studi Sarjana Arsitektur, Universitas Trisakti
**Corresponding Author*: Bambang.s@.trisakti.ac.id,

Diterima: 5 Februari 2024	*Revisi: 13 Februari 2023*	*Disetujui: 14 Februari 2024*	*Terbit: 26 Februari 2024*

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di jalur Cincin Api Pasifik, menempati posisi khusus sebagai pertemuan empat lempeng tektonik utama: Benua Australia, Benua Asia, Samudera Pasifik, dan Hindia. Dampak dari posisi geografis ini adalah keberadaan sejumlah besar gunung api aktif di seluruh wilayahnya. Sebenarnya, Indonesia mempunyai 16% dari total gunung api aktif di dunia. Letusan gunung berapi, umumnya, disertai oleh semburan pasir, abu, bebatuan serta lahar yang merusak daerah sekitarnya karena disempurnakan hingga mencapai ribuan meter, sehingga cakupan kerusakan akibat aktivitas gunung api terbilang cukup luas. Dengan memiliki jumlah gunung api terbanyak di dunia, kewaspadaan dan upaya mitigasi bencana menjadi suatu keharusan bagi Indonesia. Mitigasi ialah kegiatan pra-bencana yang dinilai penting dalam persiapan perlindungan terhadap bencana guna mengurangi kemungkinan dampak buruk dari bencana. Upaya peningkatan kesadaran masyarakat mengenai potensi bahaya serta strategi mitigasi bencana yang efektif terus dilakukan oleh pemerintah serta lembaga terkait. Hal ini mencakup perencanaan infrastruktur tanggap darurat yang tahan terhadap gempa. Perencanaan konstruksi struktural pada bangunan merupakan contoh upaya mitigasi bencana yang secara signifikan berpengaruh terhadap bangunan tanggap bencana.

Kata Kunci: *Pusat Evakuasi, Struktur dan Konstruksi, Eksplorasi Arsitektur.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia, sebagai negara yang berada di jalur Cincin Api Pasifik, menempati posisi khusus sebagai pertemuan empat lempeng tektonik utama: Benua Australia, Benua Asia, Samudera Pasifik, dan Hindia. Dampak dari posisi geografis ini adalah keberadaan sejumlah besar gunung api aktif di seluruh wilayahnya. Sebenarnya, Indonesia memiliki 16% dari total gunung api aktif di dunia.

Ketidakstabilan tektonik ini menimbulkan ancaman bencana alam yang signifikan. Letusan gunung api, gempa bumi, dan tsunami merupakan risiko yang selalu dihadapi oleh Indonesia. Letusan gunung api, umumnya, disertai oleh semburan abu, pasir, bebatuan serta lahar yang merusak daerah sekitarnya karena disempurnakan hingga mencapai ribuan meter, sehingga cakupan kerusakan akibat aktivitas gunung api terbilang cukup luas. Dengan memiliki jumlah gunung api terbanyak di dunia, kewaspadaan dan upaya mitigasi bencana menjadi suatu keharusan bagi Indonesia. Mitigasi ialah kegiatan pra-bencana yang dinilai penting dalam persiapan perlindungan terhadap bencana guna mengurangi kemungkinan dampak buruk dari bencana. Upaya

peningkatan kesadaran masyarakat mengenai potensi bahaya serta strategi mitigasi bencana yang efektif terus dilakukan oleh pemerintah serta lembaga terkait. Hal ini mencakup perencanaan infrastruktur tanggap darurat yang tahan terhadap gempa.

Letusan gunung api merupakan penyebab utama dari bencana yang seringkali menimbulkan banyak korban dan kerugian. Pulau Jawa, yang menjadi tempat tinggal bagi lebih dari 60% penduduk Indonesia, memiliki sebanyak 25 gunung api yang menjadi potensi risiko (Nugroho, 2018). Perencanaan struktur dan konstruksi pada bangunan merupakan salah satu upaya mitigasi bencana yang signifikan memberikan pengaruh terhadap bangunan tanggap bencana.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui kegiatan ini adalah :

a. Meneliti eksplorasi struktur dan konstruksi yang tahan gempa,
b. Meneliti variasi bentuk bangunan tahan gempa,

II. STUDI PUSTAKA

2.1. Pengertian Pusat Evakuasi

Menurut KBBI, arti evakuasi adalah pengungsian atau pemindahan penduduk dari daerah yang memiliki potensi bahaya, msl bahaya perang, bahaya banjir, meletusnya gunung api, ke daerah yang aman.

Menurut Teks *Community Center Guideline Mozambique*, Tempat Evakuasi termasuk kedalam kategori *Temporary Shelter*, yaitu tempat aman untuk menampung beberapa kelompok orang dalam jangka waktu sementara. Pusat Evakuasi adalah sebuah bentuk penanganan bencana yang menjadi hunian sementara bagi pengungsi ketika terjadinya erupsi dalam jangka waktu tertentu sampai pengungsi dapat kembali ke rumahnya masing-masing. Sebuah hunian sementara harus nyaman ketika digunakan oleh pengungsi.

2.2 Pengertian Komparasi

Komparasi adalah sebuah penelitian perbandingan yang bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan antara dua variabel atau lebih. Penelitian ini melibatkan subjek yang berbeda atau dilakukan pada waktu yang berbeda, dengan maksud untuk mengungkapkan keterkaitan sebab-akibat dan mengenali perbedaan atau kesamaan dalam suatu gagasan atau standar yang berlaku.

2.3 Pengertian Mitigasi

Mitigasi merupakan sebuah langkah dengan tujuan untuk mengurangi potensi efek negatif dari bencana terhadap kehidupan. Dapat dijelaskan bahwa mitigasi merupakan pengambilan tindakan-tindakan untuk mengurangi konsekuensi dari suatu bahaya sebelum bahaya tersebut terjadi (Rahmat, dikutip dalam Nirmalawati, 2011:2). Di sisi lain, bencana adalah kondisi yang berefek buruk pada aspek sosial dan ekonomi masyarakat yang dapat disebabkan oleh gejala alam atau tindakan manusia. Bencana bisa terjadi melalui proses yang berlangsung dalam jangka waktu panjang atau dalam situasi tertentu yang berkembang dengan cepat tanpa adanya tanda-tanda peringatan (Fidel, dikutip dalam Nirmalawati, 2011:2).

III. METODE

Metode kualitatif digunakan sebagai pendekatan penelitian yang digunakan, di mana data diperoleh melalui pengamatan terhadap objek yang sudah ada.

Penelitian ini melakukan analisis melalui studi komparatif terhadap bentuk struktur dan konstruksi bangunan serupa, fokus pada penerapan teori arsitektur tanggap bencana. Dengan membandingkan karakteristik ini, data yang diperoleh dapat disusun untuk analisis lebih lanjut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendekatan Arsitektur Tanggap Bencana adalah suatu pendekatan dalam merancang dan membangun bangunan serta lingkungan yang tahan terhadap bencana alam. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi risiko, kerugian, dan dampak negatif yang disebabkan oleh bencana, serta meningkatkan kapasitas bangunan dan lingkungan untuk bertahan dan pulih setelah terjadinya bencana.

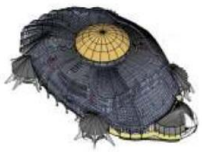
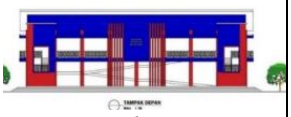
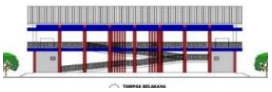
Perancangan sistem struktur yang matang berpengaruh besar terhadap bentuk dan visual arsitektural bangunan (Maurina et al, 2011). pembebanan serta kaidah dasar struktur kerap mempengaruhi kreativitas eksplorasi pada rancangan (Subekti, 2021). Gubahan bentuk melalui eksplorasi konstruksi dan struktur menciptakan perkembangan variasi desain yang berbeda-beda (Muchlis et al, 2019). Sehingga, struktur dan konstruksi merupakan dasar utama dalam eksplorasi gubahan massa bangunan pusat evakuasi. Adanya persepsi yang berbeda terhadap struktur mampu menciptakan peluang desain baru yang tidak terbatas, ide desain mendorong perkembangan desain struktural (Charleson, 2005). Penerapan mitigasi bencana pada bangunan pusat evakuasi harus memenuhi lima persyaratan yaitu adanya jalur penyelamatan, area perlindungan, zona aman, ruang terbuka serta vegetasi dan fasilitas umum penunjang *shelter* darurat (Sukawi, 2008).

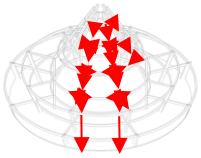
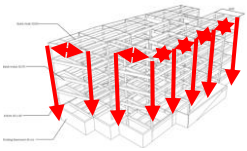
Adanya eksplorasi konsep perancangan yang berpacu pada sistem konstruksi dan struktur cukup kompatibel terhadap nilai pusat evakuasi yang tanggap bencana baik secara fungsional maupun arsitektural.

Standar dari bangunan tanggap bencana adalah:

a. SNI 03-1726-2012: Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung. Standar ini memberikan panduan tentang perencanaan struktur baja pada bangunan gedung, termasuk persyaratan kekuatan dan ketahanan struktural terhadap gempa bumi.
b. SNI 03-1729-2013: Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung. Standar ini mengatur perencanaan struktur beton pada bangunan gedung, termasuk persyaratan kekuatan dan ketahanan struktur terhadap gempa bumi.
c. SNI 1726-2019: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung. Standar ini memberikan panduan lengkap tentang perencanaan struktur bangunan yang tahan terhadap gempa bumi, termasuk kriteria desain, pemilihan material, dan analisis struktural.
d. SNI 03-2840-2002: Tata cara perencanaan ketahanan struktur bangunan terhadap banjir. Standar ini memberikan panduan tentang perencanaan struktur bangunan yang tahan terhadap banjir, termasuk pemilihan material dan desain sistem drainase.

Tabel 1. Komparasi Struktur dan Konstruksi Bangunan Tanggap Bencana

Variabel	Struktur dan Konstruksi Kerucut	Struktur dan Konstruksi Dome	Struktur dan Konstruksi Konvensional	Kesimpul-an
Bentuk Bangunan	 Gambar 1. Bangunan Kerucut (Sumber: Marbun, 2023)	 Gambar 2. Bangunan Dome (Sumber:Salelatu, et al, 2014)	 Gambar 3. Bangunan Shelter (Sumber:Lawono, et aln, 2022)	Bentuk yang terlihat unik adalah bentuk kerucut, dan juga bentuk kerucut merupakan bentuk yang simetris dan aerodina-mis.
Nama Proyek	Perancangan Pusat Evakuasi Tanggap Bencana Sleman, DIY	*Minahasa Volcano Center* di Tomohon	Shelter Tanggap Bencana Lere, Palu	Bangunan dengan konstruksi tahan gempa rata-rata baru difasilitasi hanya pada pusat evakuasi
Bentuk Konstruksi	Gambar 4. konstruksi Kerucut (Sumber: Marbun, 2023)	 Gambar 5. Konstruksi Dome (Sumber: Salelatu, et al, 2014)	 Gambar 6. Konstruksi Shelter (Sumber:Lawono, et aln, 2022)	konstruksi dengan nilai eksplorasi dapat dilihat pada struktur bangunan kerucut yang

				jarang ditemui
Respon Terhadap Gempa	mengandalkan konstruksi beton bertulang yang kokoh, serta didukung dengan adanya tangga darurat dan pintu keluar darurat yang terdapat di semua sisi bangunan sehingga banyak akses keluar bangunan.	mengandalkan kekakuan, daktilitas, bobot ringan serta material tahan api	merupakan shelter bangunan semi permanen, dengan metode cast in situ, menggunakan metode struktur pra-cetak sehingga mudah dan cepat dibangun sebagai bangunan darurat	Bangunan tahan gempa menganda l-kan ketahanan struktural dan juga material yang digunakan , serta fasilitas darurat pendukun g seperti tangga darurat dan pintu keluar darurat
Skema Alur Gaya	 Gambar 7. konstruksi Kerucut (Sumber: Marbun, 2023) Alur pembebanan gaya dinilai sudah memadai dengan adanya balok cincin yang mengikat tiap kolom dengan mengalirkan gaya dari puncak kerucut	 Gambar 8. Konstruksi Dome (Sumber:Salelatu, et al, 2014) Pembebanan Alur gaya tidak konsisten karena bentuk bangunan yang oval menyebabkan adanya perbedaan jarak tempuh gaya, selain itu struktur dome	 Gambar 9. Konstruksi Shelter (Sumber:Lawono, et aln, 2022) Alur pembebanan gaya dinilai memadai karena gaya dapat disalurkan secara menyeluruh melalui kolom dan balok pada bangunan	Alur pembeban -an gaya harus dapat tersalur- kan dengan baik, sehingga tidak ada beban berlebih yang akan mengaki- batkan kerusakan struktural pada bangunan yang kemudian

		yang hanya berupa selubung dinilai tidak dapat sepenuhnya mereduksi gaya saat terjadi gempa		dapat membaha-yakan pengguna-nya
Estetika	Terinspirasi dari bentuk Gunung Merapi yang ada di DIY	Terinspirasi dari bentuk hewan kura - kura	Bangunan memiliki bentuk yang sederhana	Bangunan tahan gempa dapat memiliki bentuk yang beragam
Efektivitas Pemanfaatan Ruang	Pembagian ruang dengan denah berbentuk lingkaran memiliki kekurangan pada sistem pencahayaan alami karena berpotensi tidak mendapat bukaan pada area tengah bangunan.	Pembagian ruang dinilai kurang efektif karena bentuk oval, kekurangan ruangan dengan orientasi barat dan timur akan terasa panas akibat penggunaan material berupa lembar titanium	Pembagian ruang efektif karena memiliki bentuk persegi panjang, kekurangan ruangan dengan orientasi barat dan timur akan terasa panas akibat penggunaan material berupa kontainer/lembar baja	Pembagi-an ruangan pada denah berbentuk sirkular seperti lingkaran dan oval memiliki kekurang-an seperti pada sistem pencahaya-annya, sedangkan denah berbentuk persegi dapat lebih efektif.
Material	Beton Bertulang	Kubah Baja dengan lembar selubung titanium	Kontainer yang ditumpuk serta beton bertulang	Material yang digunakan pada

				bangunan tahan gempa dapat beragam.

(Sumber : Marbun, 2024)

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi komparasi, didapatkan bahwa struktur dan konstruksi kerucut sebagai bangunan tanggap bencana gempa, memiliki fitur-fitur yang lebih menonjol dibandingkan dengan struktur dome dan konvensional, selain dapat memberi kesan monumentalis dan dramatis, konstruksi kerucut memiliki pembagian beban yang merata pada tiap balok dan kolom beton bertulangnya.

DAFTAR PUSTAKA

Charleson, A. W. (2005). *Structure as Architecture.* Architectural Press.

Darmawan, I Gede Surya. (2020). Penerapan Mitigasi Bencana pada Arsitektur dan Lingkungan Pesisir di Pulau Serangan Pascareklamasi. Bali: Universitas Warmadewa.

Lawono, Jondry, dkk, 2022, Rancangan & Metode Pembangunan Shelter Tanggap Bencana Tsunami di Kelurahan Lere, Teluk Palu, Sulawesi Tengah, Surabaya, Universitas Kristen Petra.

Maurina, A., Nugroho, N. Y., Kurniadi, R., & Tanaka, B, 2011, Korelasi Bentuk, Struktur dan Konstruksi Bangunan Bentang Besar dengan Struktur Membrane, Research Report Engineering Science, 20010238.

Muchlis, N., Purnomo, H. & Irvansya, 2019, Struktur dan Konstruksi sebagai Agen Transformasi dalam Desain Arsitektur Nusantara, *Undagi*, 8(1)

Nirmalawati, 2011, Pembentukan Konsep Diri pada Siswa Pendidikan Dasar dalam Memahami Mitigasi Bencana, Jurnal SMARTek, Vol. 9 No. 1, Palu, Universitas Tadulako.

Nugroho, Agung, 2018, Pengembangan Model Pembelajaran Mitigasi Bencana Gunung Meletus di Sekolah Dasar Lereng Gunung Slamet, Purwokerto, Universitas Muhammadiyah, e-ISSN 2614-7106.

Paryoko, Vijar, 2022, Struktur dan Konstruksi sebagai Gagasan Eksplorasi Bentuk Bangunan dalam Studio Perancangan Arsitektur, Surabaya, Universitas Veteran Jawa Timur.

Salelatu, David Yesaya, 2014, Perancangan Minahasa Volcano Center di Tomohon Architecture Disaster Response, Manado, Universitas Sam Ratulangi.

SNI 03-1726-2012: Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung.

SNI 03-1726-2019: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung.

SNI 03-1729-2013: Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung.

SNI 03-2840-2002: Tata cara perencanaan ketahanan struktur bangunan terhadap banjir.

Subekti, B, 2021, Pertimbangan Kaidah Struktur Pada Transformasi Bentuk Arsitektur, *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA,* 2(3).

Sukawi, 2008, Menuju Kota Tanggap Bencana (Penataan Lingkungan Permukiman Untuk Mengurangi Resiko Bencana), Semarang, Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik UNDIP.