

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Tingginya risiko bencana gempa bumi dan tsunami merupakan salah satu tantangan utama yang dihadapi Indonesia hingga saat ini. Kondisi tersebut tidak terlepas dari posisi geografis Indonesia yang terletak di kawasan *ring of fire* dan berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia, yaitu Lempeng Eurasia di utara, Lempeng Indo-Australia di selatan, serta Lempeng Pasifik di bagian timur. Interaksi ketiga lempeng tersebut menimbulkan aktivitas seismik yang sangat intens, salah satunya berupa gempa tipe *megathrust*, yaitu gempa besar yang bersumber dari zona penunjaman (subduksi) antara dua lempeng tektonik. Berdasarkan pemetaan seismik nasional, terdapat sedikitnya 16 segmen *megathrust* aktif di wilayah Indonesia yang berpotensi memicu gempa berkekuatan sangat besar serta gelombang tsunami destruktif (Damayanti et al., 2020)

Salah satu segmen *megathrust* yang paling berpotensi menimbulkan bencana besar adalah segmen Mentawai-Siberut yang terletak di barat Sumatra. Zona ini menyimpan energi tektonik besar akibat pergerakan konvergen antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Berdasarkan penelitian Natawidjaja et al. (2006), gempa besar yang terjadi pada tahun 1797 dan 1833 di sepanjang Kepulauan Mentawai merupakan hasil dari pelepasan energi pada zona *megathrust* Sumatra Barat dengan magnitudo mencapai M 8,5-8,9. Kedua peristiwa tersebut menyebabkan kenaikan muka daratan (*uplift*) di beberapa pulau serta menimbulkan gelombang tsunami yang melanda pesisir barat Sumatera, termasuk wilayah Padang dan Pariaman. Gempa besar lain yang terjadi pada tahun 2007 di segmen yang sama menjadi bukti bahwa wilayah ini masih aktif secara seismik dan memiliki potensi bahaya besar di masa mendatang (Jibriel Sajagat et al., 2016).

Kota Pariaman sendiri merupakan salah satu daerah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap tsunami. Letaknya yang berada di garis pantai menjadikan kota ini berisiko besar jika terjadi gempa *megathrust* di zona Mentawai-Siberut. Berdasarkan hasil pemodelan bahaya tsunami yang mengasumsikan skenario terburuk dari potensi gempa *megathrust* di segmen Mentawai-Siberut, dengan kekuatan mencapai M 8,9, maka gelombang tsunami dapat menjangkau pesisir Kota Pariaman dalam waktu yang relatif singkat, yaitu sekitar 20 hingga 30 menit setelah gempa utama terjadi (Vemileza Putri et al., 2022). Kondisi ini menunjukkan

bahwa masyarakat memiliki waktu evakuasi yang sangat terbatas dan membutuhkan sarana perlindungan vertikal yang mudah diakses.

Waktu peringatan dini dan evakuasi yang sangat pendek tersebut menjadi suatu tantangan serius. Kondisi topografi Kota Pariaman yang cenderung datar dan landai, ditambah potensi kerusakan infrastruktur jalan dan jembatan akibat guncangan gempa kuat, membuat evakuasi horizontal (menjauh dari pantai ke tempat lebih tinggi) menjadi pilihan yang sulit dan berisiko tinggi. Kepadatan penduduk di zona pesisir serta keberadaan kelompok rentan (lansia, anak-anak, penyandang disabilitas) semakin memperparah kompleksitas evakuasi horizontal dalam rentang waktu yang cukup singkat. Oleh karena itu, penyediaan bangunan evakuasi vertikal atau Tempat Evakuasi Sementara (TES) menjadi strategi mitigasi yang krusial dan mendesak diimplementasikan di Pariaman. TES memungkinkan masyarakat untuk mencapai ketinggian aman dalam waktu singkat tanpa perlu bergerak jauh secara horizontal.

Namun, pembangunan TES yang hanya berfungsi saat terjadi bencana (*single-purpose*) sering kali terkendala oleh biaya pembangunan dan pemeliharaan yang tinggi, serta pemanfaatan lahan yang kurang optimal di luar kondisi darurat. Sebagai alternatif yang lebih berkelanjutan, konsep bangunan multifungsi yang memadukan fungsi publik sehari-hari dengan fungsi sebagai *shelter* darurat menjadi solusi yang menarik. Penelitian ini mengambil Masjid Baitun Nur yang berlokasi di Taluk, Kec. Pariaman Selatan, Kota Pariaman, Sumatra Barat untuk menerapkan konsep tersebut. Lokasi dan fungsi masjid ini menjadikannya kasus yang ideal untuk sebuah usulan desain yang menerapkan fungsi sebagai bangunan evakuasi vertikal. Pemilihan objek ini didasarkan pada posisi masjid yang berada dalam zona bahaya tsunami dengan kepadatan penduduk tinggi, serta peran strategisnya sebagai pusat kegiatan masyarakat yang memudahkan mobilisasi massa saat keadaan darurat.

Dalam lingkup Teknik Sipil, merancang masjid sebagai tempat evakuasi vertikal menghadirkan tantangan signifikan. Struktur bangunan harus didesain untuk mampu menahan kombinasi beban ekstrem akibat gempa bumi kuat sesuai SNI 1726:2019 dan beban hidrodinamik serta hidrostatik akibat gelombang tsunami sesuai pedoman FEMA P-646. Penelitian ini juga akan menerapkan konsep *shelter mandiri* (*Self-Supported Shelter*), yang diartikan oleh Ismail et al. (2020) sebagai shelter yang dibangun dan dikelola oleh masyarakat. Untuk mendukung kemandirian tersebut, penelitian ini memperluas maknanya menjadi kemandirian fungsional, yang diwujudkan melalui perancangan untuk fasilitas vital, seperti ruang genset, penyimpanan air bersih, dan ruang medis.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini menjadi penting untuk dilaksanakan guna menghasilkan solusi desain bangunan multifungsi yang tangguh bencana dan mendukung keberlangsungan hidup pasca-bencana di daerah rawan tsunami seperti Kota Pariaman.

1.2. TUJUAN DAN MANFAAT

1.2.1. Tujuan

1. Menganalisis kebutuhan kapasitas dan radius layanan evakuasi untuk merencanakan Masjid Baitun Nur sebagai bangunan evakuasi vertikal tsunami sesuai pedoman FEMA P-646 (2019).
2. Merancang struktur atas Masjid Baitun Nur di Pariaman yang memenuhi kriteria keamanan terhadap beban gempa sesuai SNI 1726:2019 dan beban tsunami berdasarkan pedoman FEMA P-646 Tahun 2019.
3. Menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan struktur atas berdasarkan hasil perencanaan struktur.

1.2.2. Manfaat Penelitian

1. Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan (Akademisi):
 - a. Menambah literatur ilmiah dalam bidang rekayasa struktur tahan gempa dan tsunami, khususnya terkait desain bangunan publik multifungsi sebagai *shelter* vertikal.
 - b. Menjadi referensi dasar bagi penelitian lanjutan mengenai optimalisasi desain *shelter* mandiri dan integrasi sistem pendukungnya.
2. Bagi Pemerintah Daerah dan Instansi Terkait (Kota Pariaman, BPBD):
 - a. Menyediakan model desain teknis yang dapat dijadikan acuan dalam perencanaan dan pembangunan fasilitas evakuasi vertikal berbasis masjid di Kota Pariaman.
 - b. Mendukung upaya implementasi program pengurangan risiko bencana tsunami di wilayah pesisir Sumatra Barat.

1.3. BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini fokus pada tujuan utamanya, lingkup kajian dibatasi pada aspek-aspek berikut:

1. Penelitian berfokus pada desain struktur atas untuk Masjid Baitun Nur di Taluk, Kecamatan Pariaman Selatan, Kota Pariaman, Sumatra Barat.

2. Penelitian ini dibatasi pada perencanaan struktur atas bangunan shelter evakuasi vertikal tsunami, sedangkan perencanaan struktur bawah (pondasi) tidak dibahas karena memerlukan data investigasi tanah yang tidak tersedia pada lokasi penelitian.
3. Analisis struktur dilakukan dengan bantuan perangkat lunak berupa ETABS.
4. Beban yang diperhitungkan dalam analisis perencanaan *shelter*:
 - a. Beban mati/ berat sendiri bangunan (*Dead Load*)
 - b. Beban hidup (*Live Load*)
 - c. Beban gempa (*Earthquake Load*)
 - d. Beban Tsunami (*Tsunami Load*)
5. Pembahasan fasilitas shelter mandiri terbatas pada konsep penempatan, estimasi beban tambahan pada struktur atas, dan integrasi ruang.
6. Perancangan struktur shelter vertikal dalam penelitian ini mengacu pada standar dan pedoman teknis berikut:
 - a. SNI 2847:2019 mengenai Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
 - b. SNI 1726:2019 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
 - c. Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia tahun 2017 sebagai dasar penentuan parameter input gempa.
 - d. SNI 1727:2020 mengenai Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
 - e. Pedoman Federal Emergency Management Agency (FEMA P-646 Tahun 2019) sebagai acuan desain *shelter* terhadap beban tsunami.

1.4. SISTEMATIKA PENULISAN

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah yang mendasari penelitian, perumusan masalah yang akan dijawab, tujuan penelitian yang ingin dicapai, batasan ruang lingkup penelitian, manfaat yang diharapkan, serta sistematika penulisan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi landasan teori yang relevan, serta dasar-dasar teori yang berkaitan dengan penelitian.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Bab ini membahas terkait metode dan langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian.

BAB 4 Analisis dan Pembahasan

Bab ini merupakan inti dari penelitian, berisi penentuan kapasitas dan perancangan tata ruang shelter mandiri (termasuk zoning fasilitas penunjang), pemodelan struktur atas, analisis pembebanan, analisis hasil, serta perancangan dimensi dan penulangan elemen struktur atas.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas rangkuman kesimpulan dari hasil analisis dan perancangan, serta memberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

Lampiran A

Lampiran B

Lampiran C

