

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, secara geografis terletak pada wilayah tektonik aktif yang dipengaruhi oleh interaksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Zona subduksi di sepanjang pantai barat Sumatera, yang dikenal sebagai Sunda Megathrust, merupakan sumber utama aktivitas seismik dengan potensi gempa bumi besar yang dapat memicu tsunami (Calvert et al., 2011). Berdasarkan peta sumber dan bahaya gempa Indonesia, wilayah ini memiliki nilai percepatan tanah yang tinggi serta riwayat kejadian gempa besar, seperti gempa Sumatera Barat tahun 2009 yang menyebabkan kerusakan signifikan pada infrastruktur dan korban jiwa dalam jumlah besar. Kondisi ini menempatkan Kota Padang sebagai salah satu kawasan dengan tingkat risiko bencana gempa dan tsunami yang tinggi di Indonesia.

Selain itu, keberadaan zona pesisir yang padat penduduk dengan topografi relatif datar memperbesar kerentanan terhadap dampak tsunami (Usha et al., 2012). Berdasarkan pedoman FEMA P-646 (2019), waktu tiba gelombang tsunami di wilayah pesisir dapat berlangsung sangat cepat setelah kejadian gempa, sehingga keterbatasan waktu evakuasi horizontal menjadi kendala utama dalam penyelamatan masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan mitigasi yang tidak hanya mengandalkan evakuasi horizontal, tetapi juga mengembangkan konsep evakuasi vertikal melalui penyediaan bangunan yang mampu berfungsi sebagai tempat perlindungan sementara (vertical evacuation shelter).

Upaya mitigasi bencana melalui penyediaan infrastruktur yang tangguh menjadi prioritas utama untuk meminimalisir korban jiwa (Capacci et al., 2022). Dalam konteks rekayasa struktur, bangunan yang dirancang sebagai shelter evakuasi harus mampu menahan kombinasi beban ekstrem, termasuk beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019, serta beban tsunami yang mencakup gaya hidrodinamik, gaya impuls, dan gaya akibat hantaman puing sebagaimana diatur dalam FEMA P-646 (2019). Selain itu, bangunan juga harus memenuhi prinsip daktilitas tinggi melalui penerapan sistem struktur yang tepat, seperti Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), guna memastikan kinerja struktur tetap aman saat terjadi gempa kuat (Susanti et al., 2025).

Masjid Nurul Falah yang terletak di Komplek Kuala Nyiur II dirancang dengan konsep bangunan fungsi ganda (dual function building), yaitu sebagai sarana ibadah dalam kondisi

normal dan sebagai shelter evakuasi vertikal dalam kondisi darurat. Konsep ini merupakan bentuk integrasi antara kebutuhan sosial-keagamaan masyarakat dengan aspek mitigasi bencana, sehingga bangunan dapat dimanfaatkan secara optimal dalam kehidupan sehari-hari sekaligus memiliki peran strategis dalam penyelamatan jiwa saat terjadi bencana. Desain bangunan ini mengakomodasi kebutuhan ruang evakuasi pada elevasi aman di atas tanggul tsunami rencana, sehingga mampu memberikan perlindungan vertikal bagi masyarakat sekitar dalam waktu singkat pasca-gempa sebelum gelombang tsunami mencapai daratan.

Dalam implementasinya, perencanaan struktur bangunan shelter evakuasi vertikal tidak hanya mempertimbangkan kekuatan dan stabilitas, tetapi juga aspek fungsionalitas, kapasitas tampung, serta keandalan struktur terhadap kondisi ekstrem (Kusumastuti et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan analisis struktur yang komprehensif melalui pemodelan tiga dimensi dan evaluasi respon dinamik untuk memastikan bahwa bangunan mampu memenuhi kriteria kinerja yang dipersyaratkan (Li et al., 2016). Dengan pendekatan tersebut, diharapkan bangunan Masjid Nurul Falah tidak hanya berfungsi sebagai tempat ibadah, tetapi juga sebagai infrastruktur mitigasi bencana yang tangguh dan berkelanjutan di wilayah pesisir Kota Padang.

1.2. TUJUAN DAN MANFAAT

1.2.1. Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, tujuan dari penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perencanaan dan analisis struktur bangunan shelter evakuasi vertikal dengan fungsi ganda sebagai sarana ibadah dan mitigasi bencana.
2. Mengevaluasi kinerja struktur terhadap beban gempa sesuai SNI 1726:2019 dan beban tsunami berdasarkan FEMA P-646.
3. Merancang sistem struktur yang memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, dan daktilitas melalui penerapan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
4. Melakukan pemodelan dan analisis respon struktur untuk menilai parameter kinerja, seperti simpangan antar lantai, gaya geser dasar, dan stabilitas struktur.
5. Menghasilkan desain struktur yang aman, andal, serta mampu mengakomodasi kebutuhan fungsi ganda bangunan sebagai shelter evakuasi.

1.2.2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

- Menjadi referensi dalam pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya di bidang rekayasa struktur tahan gempa dan tsunami.
- Menambah kajian ilmiah terkait perencanaan shelter evakuasi vertikal pada wilayah rawan bencana.

2. Manfaat Praktis

- Memberikan acuan bagi perencana dan praktisi dalam merancang bangunan shelter evakuasi yang aman dan sesuai standar.
- Mendukung penerapan konsep bangunan fungsi ganda sebagai sarana ibadah dan fasilitas mitigasi bencana di lapangan.

3. Manfaat Profesional

- Meningkatkan kompetensi dan pemahaman profesional dalam analisis dan perancangan struktur terhadap beban ekstrem.
- Mendukung peran insinyur dalam menghasilkan solusi infrastruktur yang tangguh dan berorientasi pada keselamatan masyarakat.

1.3. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup dalam laporan teknik ini disusun untuk membatasi pembahasan agar tetap terarah dan fokus pada aspek perencanaan serta analisis struktur bangunan shelter evakuasi vertikal dengan fungsi ganda. Pembahasan difokuskan pada kajian teknis yang berkaitan dengan kinerja struktur terhadap beban gempa dan tsunami, mulai dari tahap pemodelan, analisis, hingga evaluasi hasil perencanaan. Aspek-aspek di luar lingkup struktur, seperti perencanaan arsitektural, manajemen konstruksi, dan estimasi biaya, tidak dibahas secara mendalam dalam laporan ini. Secara rinci, ruang lingkup pembahasan dalam laporan ini meliputi:

- Kajian umum bangunan shelter evakuasi vertikal dengan fungsi ganda sebagai sarana ibadah dan mitigasi bencana.
- Penjabaran konfigurasi bangunan yang meliputi jumlah lantai (3 lantai utama dan 1 dak atap), dimensi bangunan, serta elevasi zona aman pada lantai 2 dan lantai 3.

- Pembahasan sistem struktur utama berupa Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) serta penggunaan material beton bertulang dengan mutu yang ditetapkan.
- Penentuan kriteria desain dan standar perencanaan yang digunakan, yaitu SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, dan FEMA P-646.
- Pemodelan struktur tiga dimensi menggunakan perangkat lunak analisis struktur untuk merepresentasikan perilaku bangunan secara realistis.
- Analisis pembebanan yang meliputi beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban tsunami sesuai dengan kondisi perencanaan.
- Analisis respon struktur terhadap pembebanan, termasuk evaluasi perioda struktur, partisipasi massa, dan gaya geser dasar.
- Evaluasi kinerja struktur berdasarkan parameter teknis seperti simpangan antar lantai (story drift), stabilitas struktur (P-Delta), serta konsep strong column–weak beam.
- Perencanaan elemen struktur beton bertulang yang meliputi pelat, balok, dan kolom sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- Perencanaan struktur bawah berupa fondasi bored pile berdasarkan data tanah yang tersedia.

