

ACUAN JARAK PENEMPATAN BANGUNAN RUMAH TINGGAL TIPE 36 DI DAERAH RAWAN TSUNAMI (Studi Kasus: Kecamatan Koto Tengah Kota Padang)

Rahmaditya¹ Eka Juliafad²

¹ Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

² Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Email: rahmaditya1945@gmail.com

Abstrak: Koto Tengah merupakan kecamatan dengan wilayah terluas di Kota Padang yaitu sebesar 232,25 km² atau 33,42% dari total luas Kota Padang dan merupakan daerah rawan tsunami dengan risiko sangat tinggi. Penempatan bangunan rumah tinggal daerah pesisir pantai yang rentan terhadap ancaman tsunami seperti Koto Tengah Kota Padang merupakan hal yang penting. Kondisi ini mengharuskan adanya acuan untuk pengelolaan tata ruang yang baik agar dapat meminimalisir dampak dari bencana tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jarak bangunan rumah tinggal 1 lantai tipe 36 dari tepi pantai akibat beban tsunami. Metode yang digunakan untuk penelitian ini yaitu studi komparatif dengan membandingkan pengaruh beban tsunami terhadap bangunan rumah tinggal berdasarkan variasi jarak dari tepi pantai. Objek berjarak 1 km diukur dari tepi pantai menuju zona aman tsunami. Analisis struktur menggunakan bantuan program aplikasi SAP 2000. Beban-beban yang bekerja pada bangunan, mengacu pada SNI 1727:2020 untuk beban mati, hidup, angin, hujan, serta untuk pembebanan tsunami berdasarkan FEMA P-646-2019. Analisis struktur ditinjau dari respon struktur akibat komponen beban tsunami yang terdiri dari gaya hidrostatis (Fh), gaya apung (Fb), gaya hidrodinamik (Fd), gaya impuls (Fs), gaya akibat benturan puing-puing (Fi), dan efek pembendungan puing-puing (Fdm). Berdasarkan hasil analisis struktur diperoleh komponen beban tsunami yang paling berdampak besar terhadap gaya dalam struktur bangunan rumah tinggal 1 lantai tipe 36 adalah gaya apung (Fb) dan gaya akibat benturan puing-puing (Fi).

Kata Kunci: beban tsunami, koto tengah, rumah tinggal

Abstrac : Koto Tengah is the sub-district with the largest area in Padang City, covering 232.25 km² or 33.42% of the total area of Padang City, and is highly prone to tsunamis. The placement of residential buildings in coastal areas vulnerable to tsunami threats, such as Koto Tengah in Padang City, is crucial. This condition necessitates a reference for effective spatial management to minimize disaster impact. This study aims to analyze the effect of the distance of a one-story type 36 residential building from the coast in relation to tsunami loads. The method used in this study is a comparative analysis, comparing the impact of tsunami loads on residential buildings based on variations in distance from the coast. The objects of study are located within a 1 km radius, measured from the coast to the tsunami-safe zone. Structural analysis is conducted using the SAP 2000 application. The loads acting on the building are based on SNI 1727:2020 for dead, live, wind, and rain loads, with tsunami loading based on FEMA P-646-2019. The structural analysis examines the building's response to tsunami load components, which include hydrostatic force (Fh), buoyancy force (Fb), hydrodynamic force (Fd), impulse force (Fs), force due to debris impact (Fi), and debris damming effect (Fdm). Based on the results of the structural analysis, the tsunami load component with the greatest impact on the forces within the structure of a one-story type 36 residential building is the force due to buoyancy force (Fb) and debris impact (Fi).

Keywords: tsunami load, koto tengah, residential building.

PENDAHULUAN

Kota Padang merupakan ibu kota Provinsi Sumatera Barat yang berbatasan langsung dengan laut dan berada di zona pertemuan dua lempeng tektonik aktif, yang meningkatkan potensi terjadinya bencana alam tsunami di kota tersebut. Berdasarkan pemodelan tsunami oleh BMKG menunjukkan bahwa pada skenario terburuk yaitu terjadinya gempa bumi dengan magnitudo 8,9 dapat menyebabkan gelombang tsunami dengan ketinggian lebih dari 10 meter dengan waktu kedatangan kurang dari 30 menit di pesisir Kota Padang. Dengan populasi lebih dari 900.000 jiwa, Kota Padang memiliki tingkat resiko tsunami yang sangat tinggi (Situmorang, 2022).

Tingkat bahaya tsunami dapat didasarkan oleh beberapa parameter diantaranya ketinggian gelombang, jarak dari garis pantai, dan topografi. Semakin jauh suatu lokasi dari garis pantai, tingkat ketinggian dan jangkauan penyebaran gelombang tsunami cenderung menurun. Sehingga parameter ini menjadi faktor penentu dalam mengevaluasi kerentanan terhadap bahaya tsunami (Dewi dkk, 2020).

Menurut Kepala BPBD-PK Padang, Rudi Rinaldy jarak zona aman tsunami dari tepi pantai ditentukan oleh beberapa faktor salah satunya adalah kepadatan bangunan pada kawasan tersebut. Seperti pada kawasan Ampang dan Sawahan jarak zona aman tsunami sekitar 5 kilometer, sedangkan pada kawasan Koto Tengah jaraknya bisa lebih panjang lagi (Nasution, 2016). Koto Tengah merupakan kecamatan dengan wilayah terluas di Kota Padang sebesar 232,25 km² atau 33,42% dari total luas Kota Padang dan merupakan daerah rawan tsunami dengan risiko sangat tinggi (BPS Kota Padang, 2024).

Kondisi lingkungan Kecamatan Koto Tengah secara keseluruhan menunjukkan karakter sebagai daerah pemukiman. Bentang alam di Koto Tengah yang relatif datar berpengaruh pada pola tata ruangnya. Aspek topografi dan bentuk wilayah ini menyebabkan perkembangan kawasan pemukiman yang semakin pesat.

Rumah tinggal sederhana adalah jenis hunian yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan dasar tempat tinggal dengan biaya yang terjangkau. Rumah tinggal sederhana terdiri dari beberapa tipe yaitu Tipe 21, Tipe 36, Tipe 45, Tipe 54, dan Tipe 60. Rumah tipe 36 merupakan salah satu jenis yang

paling umum dibangun dikarenakan desain yang sederhana serta biaya pembangunan dan perawatan yang lebih rendah. Tipe rumah ini relatif kecil dengan dua kamar tidur, satu kamar mandi, dan ruang tamu (Dekoruma, 2022)

Penempatan bangunan rumah tinggal daerah pesisir pantai yang rentan terhadap ancaman tsunami seperti Koto Tengah Kota Padang merupakan hal yang penting. Kondisi ini mengharuskan adanya acuan untuk pengelolaan, penempatan tata ruang yang baik khususnya untuk rumah tinggal sederhana tipe 36 di daerah rawan tsunami agar dapat meminimalisir dampak dari bencana tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh jarak bangunan rumah tinggal 1 lantai tipe 36 dari garis tepi pantai akibat beban tsunami serta untuk mengetahui bagaimana perilaku bangunan rumah tinggal 1 lantai tipe 36 akibat beban tsunami ditinjau dari gaya dalamnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan menggunakan metode studi komparatif dengan membandingkan suatu objek. Data yang digunakan pada penelitian terdiri dari data sekunder berupa gambar kerja rumah tinggal 1 lantai tipe 36 yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Padang. Data lainnya adalah lokasi objek penelitian yang diperoleh dari *google earth* dan data inundasi yang diperoleh dari Peta Inundasi Kota Padang. Data lokasi objek penelitian sebagai berikut:

1. Lokasi : Kel. Pasir Nan Tigo
2. Jarak dari tepi pantai: 0,06 km
3. Elevasi : 5 m
4. Inundasi : 6 – 7 m

Proses analisis struktur dilakukan menggunakan SAP 2000. Beban yang akan diinputkan pada pemodelan struktur SAP 2000 terdiri dari:

1. Beban Mati (*Dead Load*)
Perhitungan menggunakan berat jenis material berdasarkan PPPURG 1987 Pasal 2.1.1.
2. Beban Hidup (*Live Load*)
Nilai beban hidup berdasarkan ketentuan SNI 1727-2020 Pasal 4.3.
3. Beban Hujan (*Rain Load*)
Perhitungan berdasarkan SKBI-1.3.53.1987
4. Beban Angin (*Wind Load*)
Perhitungan berdasarkan SNI 1727-2020 Pasal 26.1.2.1.
5. Beban Tsunami (*Tsunami Load*)
Perhitungan berdasarkan FEMA P-646-2019, dimana komponen beban tsunami terdiri dari:

- Gaya Hidrostatik (F_h)
 $F_h = P_c \cdot A_w = 0,5 \cdot \rho_s \cdot g \cdot b \cdot h_{\max}^2$
- Gaya Apung (F_b)
 $F_b = \rho_s g V$
- Gaya Hidrodinamik (F_d)
 $F_d = 0,5 \rho_s C_d B (hu^2)_{\max}$
- Gaya Impuls (F_s)
 $F_s = 1,5 \cdot F_d$
- Gaya Akibat Benturan Puing-puing (F_i)
 $F_i = 1,3 u_{\max} \sqrt{[k m_d (1 + c)]}$
- Efek Pembendungan Puing-puing (F_{dm})
 $F_{dm} = 0,5 \rho_s C_d B_d (hu^2)_{\max}$
- Gaya Tambahan Gravitasi (F_r)
 $F_r = \rho_s g h_r$

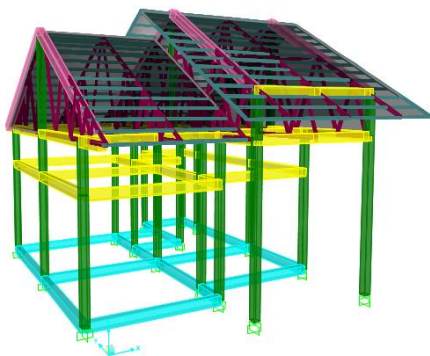
Adapun kombinasi beban yang digunakan terdiri dari dua bagian, yaitu:

- Kombinasi Pembebanan Dasar
 Berdasarkan SNI 1727-2020
 - 1,4D
 - 1,2D + 1,6Lr + 0,5W
 - 1,2D + 1,6Lr + 0,5W
 - 0,9D + 1,0W
- Kombinasi Pembebanan untuk Beban Tsunami
 - 1,2D + 1,0Ts
 - 0,9D + 1,0Ts

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemodelan Struktur

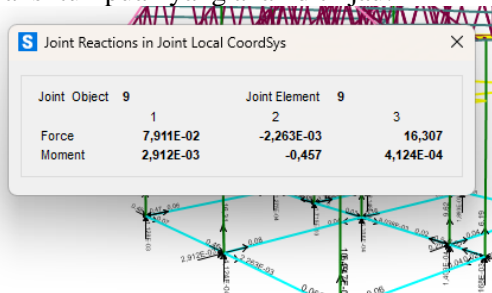
Berikut hasil pemodelan struktur menggunakan SAP 2000.



Gambar 1. Pemodelan Struktur

2. Validasi Pemodelan Struktur

Reaksi tumpuan yang akan ditinjau:



Gambar 2. Reaksi Tumpuan Joint 9

Berdasarkan hasil reaksi tumpuan menggunakan SAP 2000 dan perhitungan total berat sendiri bangunan pada tributary area joint 9 memiliki nilai masing-masing yaitu 16,307 kN dan 16,202 kN.

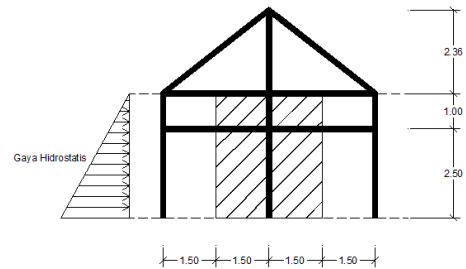
$$\% = \frac{\text{Analisis SAP} - \text{Teoritis}}{\text{Analisis SAP}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{16,307 - 16,202}{16,307} \times 100\% = 0,66\%$$

Dari hasil persentase perbandingan tersebut tidak memiliki perbedaan yang besar, oleh karena itu pemodelan struktur pada SAP 2000 dapat diterima.

3. Pembebanan Struktur

Beban yang akan diinputkan pada pemodelan struktur terdiri dari beban mati tambahan, beban hidup, beban angin, beban hujan, dan beban tsunami.



Gambar 3. Input Beban Tsunami

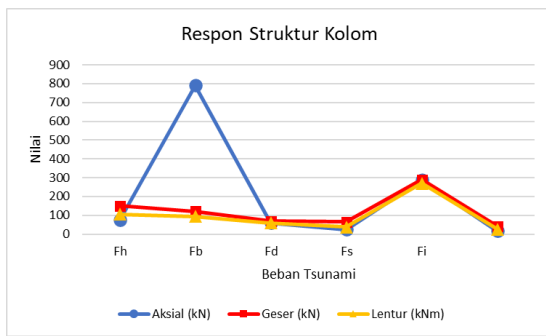
Rekapitulasi nilai beban tsunami sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Beban Tsunami

| Gaya | Struktur | Nilai |
|------|--------------|--------------------------|
| Fh | Kolom Tengah | 97,119 kN/m |
| | Kolom Tepi | 48,56 kN/m |
| Fb | Pelat | 64,746 kN/m ² |
| Fd | Kolom Tengah | 26,708 kN/m |
| | Kolom Tepi | 13,354 kN/m |
| Fs | Kolom Tengah | 40,062 kN/m |
| | Kolom Tepi | 20,031 kN/m |
| Fi | Semua Kolom | 92,701 kN/m |
| Fdm | Kolom Tengah | 26,708 kN/m |
| | Kolom Tepi | 13,354 kN/m |

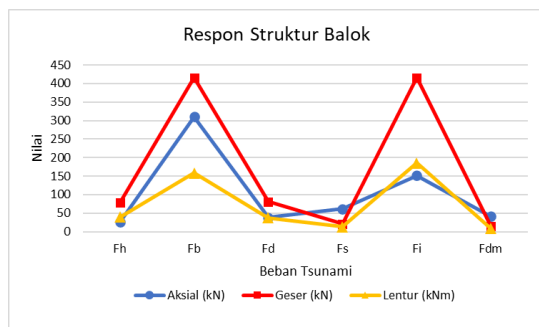
4. Respon Struktur Terhadap Beban Tsunami

Dari hasil analisis, diperoleh respon struktur terhadap beban tsunami ditinjau dari jenis elemen strukturnya sebagai berikut:



Gambar 3. Respon Struktur Kolom

Merujuk pada gambar di atas, diketahui bahwa komponen beban tsunami yang paling berdampak terhadap struktur kolom yaitu gaya apung (Fb). Gaya apung menyebabkan tingginya nilai gaya aksial pada kolom. Selain itu, gaya akibat benturan puing (Fi) juga menyebabkan besarnya nilai gaya geser dan momen lentur.



Merujuk pada gambar di atas, diketahui bahwa komponen beban tsunami yang paling berdampak terhadap struktur kolom yaitu gaya apung (Fb) dan gaya akibat benturan puing-puing (Fi). Gaya apung menyebabkan tingginya nilai gaya geser dan gaya aksial pada balok. Gaya akibat benturan puing-puing (Fi) menyebabkan besarnya nilai gaya geser.

Adapun displcemen yang terjadi tertera pada tabel berikut:

Tabel 2. Displacement

| Gaya | Displacement (m) | | | |
|------|------------------|--------|--------|--------|
| | 2,5 | 3,5 | 3,5 | 5,9 |
| Ijin | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,118 |
| Fh | 0,0873 | 0,0881 | 0,0881 | 0,0889 |
| Fb | 0,0191 | 0,0334 | 51,647 | 4,6839 |
| Fd | 0,0572 | 0,0591 | 0,0591 | 0,0593 |
| Fs | 0,0249 | 0,0265 | 0,0265 | 0,0266 |
| Fi | 0,2788 | 0,2899 | 0,2899 | 0,2861 |
| Fdm | 0,0166 | 0,0177 | 0,0177 | 0,0177 |

Dari tabel di atas, dapat dilihat untuk gaya hidrostatis (Fh), gaya apung (Fb), gaya hidrodinamis (Fd), dan gaya akibat benturan puing-puing (Fi) sudah melampaui displacement ijin.

Untuk pemeriksaan kerusakan didapatkan dengan cara membandingkan gaya dalam hasil analisis SAP dengan kapasitas geser maupun lentur penampang struktur. Ketika suatu elemen struktur mengalami beban berlebih, dapat terjadi kerusakan baik berupa keretakan hingga keruntuhan total. Pada pemeriksaan ini diperoleh bahwa gaya yang diterima oleh R1 akibat beban tsunami sudah melebihi kapasitasnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis struktur yang telah dilakukan diperoleh bahwa komponen beban tsunami yang paling berdampak besar terhadap gaya dalam struktur bangunan rumah tinggal 1 lantai tipe 36 adalah gaya apung (Fb) dan gaya akibat benturan puing-puing (Fi). Untuk displacement, sebagian besar sudah melebihi displacement ijin kecuali untuk gaya impuls (Fi) dan efek pembendungan puing-puing (Fdm). Momen lentur dan gaya geser ulitimit yang diterima sudah melebihi kapasitasnya, sehingga R1 akan mengalami kerukakan. Sehingga R1 atau rumah tinggal yang berjarak 0,06 km dari tepi pantai bukan penempatan yang tepat untuk bangunan rumah tinggal 1 lantai tipe 36.

DAFTAR PUSTAKA

- FEMA P-646. (2019a). *Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation From Tsunamis 3rd Edition*. Jetty.Ecn.Purdue.Edu, August, 176.
- FEMA P-646. (2019b). *Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation From Tsunamis 3rd Edition*. Jetty.Ecn.Purdue.Edu, August, 176.
- Restu, L. J. (2021). Evaluasi Struktur Bangunan Gedung Pasar Inpres Blok IV Terhadap Beban Tsunami. *Industry and Higher Education*, 3(1), 1689–1699. Diakses melalui [websitehttp://journal.unilak.ac.id/index.php/JIEB/article/view/3845%0Ahttp://dspace.uc.a.c.id/handle/123456789/1288](http://journal.unilak.ac.id/index.php/JIEB/article/view/3845%0Ahttp://dspace.uc.a.c.id/handle/123456789/1288).
- Situmorang, H. D. (2022). BMKG: Kota Padang Rawan Terjadi Gempa Bumi dan Tsunami. *Berita Satu*.
- SNI 1727. (2020). *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*.
- Dewi, dkk 2020. "Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Zona Tingkat Bahaya Dan Keterpaparan Pemukiman Terhadap Tsunami Kota

Denpasar". *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 1(2), 80–88. Lampung: Universitas Lampung.

Nasution, Mario Sofia. 2016. *Padang Buat Tanda Batas Aman Tsunami*. Antara Sumbar.

BPS Kota Padang. 2024. *Kota Padang Dalam Angka - Padang Municipality in Figures*. Padang: Badan Pusat Statistik Kota Padang.