

## **RANCANGAN & METODE PEMBANGUNAN *SHELTER* TANGGAP BENCANA TSUNAMI DI KELURAHAN LERE, TELUK PALU, SULAWESI TENGAH**

Jondry Lawono<sup>1</sup>, Harvey Ramses Panjaitan<sup>2</sup>, Handoko Sugiharto<sup>3</sup>, Daniel Tjandra<sup>4</sup>

**ABSTRAK :** Indonesia merupakan salah satu dari beberapa negara yang memiliki frekuensi gempa bumi cukup tinggi. Salah satu lokasi di Indonesia yang mempunyai frekuensi gempa bumi cukup tinggi ada di Kota Palu, Sulawesi Tengah. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya mitigasi yang memadai untuk mengurangi kerugian akibat bencana tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesiapan pemerintah Kota Palu dalam menghadapi bencana serta untuk mengetahui pendapat dan pilihan masyarakat sekitar Teluk Palu mengenai dua alternatif selter yang di rancang oleh peneliti, yaitu selter dengan struktur beton bertulang yang dibangun dengan metode konvensional dan selter dari kontainer bekas yang dibangun dengan metode modifikasi interior. Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada masyarakat sekitar Teluk Palu. Setelah data terkumpul, data tersebut diolah dengan metode rata-rata. Hasil penelitian menunjukkan kesiapan pemerintah dalam menghadapi bencana perlu ditingkatkan dan dari dua alternatif selter yang telah diberikan, masyarakat memilih alternatif selter dengan struktur beton bertulang. Hal ini menunjukkan bahwa bangunan selter dengan struktur beton bertulang lebih ideal dan sesuai dengan kondisi di lapangan untuk digunakan sebagai tempat evakuasi ketimbang selter dari kontainer bekas.

**KATA KUNCI:** selter, mitigasi, bencana, tsunami, kontainer, beton

### **1. PENDAHULUAN**

Terletak di atas patahan teraktif kedua di Indonesia membuat tingginya potensi bencana alam yang dapat terjadi di Kota Palu, Sulawesi Tengah. Berkaca dari kejadian bencana di Kota Palu pada tanggal 28 September 2018 yang menelan korban jiwa lebih dari 4000 orang (Alamsyah, 2019). Membuat kita semua harus menyadari urgensi dari upaya mitigasi bencana, baik mitigasi struktural dan mitigasi non-struktural. Salah satu Upaya mitigasi struktural yang belum terlihat di Kota Palu adalah pembangunan selter mitigasi bencana. Bangunan yang merupakan fasilitas umum dan digunakan ketika terjadi bencana sebagai tempat evakuasi masyarakat setempat yang berada di daerah tersebut (Sipta, 2017). Bangunan selter yang hendak dibangun harus memenuhi syarat dan ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah antara lain menjunjung tinggi nilai kemanusiaan, kenyamanan, keamanan, kemudahan akses dan sebagainya. Oleh karena itu dibutuhkan bangunan selter guna menanggapi bencana darurat dan mengurangi dampak dari bencana seperti gempa dan tsunami yang mungkin saja terjadi kembali di Kota Palu, Sulawesi Tengah. Selain diharapkan dapat berfungsi optimal seperti selter pada umumnya, bangunan selter yang akan dirancang ini diharapkan tetap berpedoman pada protokol kesehatan yang telah ditetapkan pemerintah. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana kesiapan pemerintah dalam menghadapi bencana serta mengetahui rancangan selter yang seperti apa yang sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan serta metode pembangunannya yang efisien.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, [b11170188@john.petra.ac.id](mailto:b11170188@john.petra.ac.id)

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, [b11170195@john.petra.ac.id](mailto:b11170195@john.petra.ac.id)

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, [hands@petra.ac.id](mailto:hands@petra.ac.id)

<sup>4</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, [danieltj@petra.ac.id](mailto:danieltj@petra.ac.id)

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Mitigasi Bencana

Mitigasi adalah upaya pengurangan risiko bencana yang dapat melalui pembangunan fisik (struktural) maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan dalam menghadapi ancaman bencana (Non Struktural).

### 2.2. Shelter Mitigasi Bencana

Bangunan shelter merupakan bangunan fisik yang dibangun sebagai pengupayaan dalam melakukan usaha mitigasi struktural. Bangunan shelter atau yang biasa disebut juga sebagai bangunan evakuasi, mempunyai fungsi utama sebagai tempat perlindungan sementara saat terjadi bencana alam seperti tsunami. Definisi shelter dalam literatur lainnya adalah sebagai bangunan fisik yang dapat ditempati oleh pengungsi. Dimana, bangunan yang digunakan sebagai shelter sangat beragam tergantung oleh faktor-faktor seperti budaya, politik, ketersediaan bahan dan struktur, serta profil jenis bencana (Kemensos, 2019).

### 2.3. Beton

Beton adalah campuran pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lain yang dicampur dengan campuran semen dan air untuk membentuk suatu massa batuan. Terkadang satu atau lebih aditif ditambahkan untuk memberikan sifat tertentu pada beton, seperti kemampuan kerja, kekuatan, dan waktu pengerasan. (Mc Cormac, 2004).

### 2.4. Pembebanan

Untuk Pembebanan yang akan direncanakan pada struktur mengacu pada SNI 1727 tahun 2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, untuk pembangunan *shelter* hal-hal yang ditinjau adalah beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, dan beban tsunami (BSN,2013).

Menurut FEMA P646 tahun 2019, ada beberapa gaya yang harus diperhatikan dalam desain bangunan agar dapat menahan gelombang *tsunami*, diantaranya meliputi (FEMA, 2019):

#### 2.4.1 Gaya Hidrostatik

Gaya hidrostatik terjadi ketika air yang mengalir perlahan menghantam komponen struktur. Gaya hidrostatik ini selalu bekerja tegak lurus terhadap permukaan komponen struktur yang diinginkan, yang disebabkan ketinggian air di satu sisi sangat berbeda dengan ketinggian air di sisi yang lain. Gaya hidrostatik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Fh = Pc \times Aw = \frac{1}{2} \rho s . g . b . h^2 max$$

$P_w$  = Tekanan hidrostatik

$A_w$  = Area dinding yang terkena air

$\rho s$  = Massa jenis air tsunami ( termasuk sedimen )(1100 kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = Percepatan gravitasi (9,81 m/det<sup>2</sup>)

$b$  = Lebar dinding

$h_{max}$  = Ketinggian air maksimum dari dasar dinding

#### 2.4.2 Gaya Hidrodinamik

Gaya ini dipengaruhi oleh massa jenis air, kecepatan aliran dan bentuk struktur. gaya hidrodinamis ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Fd = \frac{1}{2} \rho s . Cd . B . (hu^2) max$$

$\rho s$  = Massa jenis air tsunami ( termasuk sedimen )(1100 kg/m<sup>3</sup>)

$Cd$  = Koefisien Tarik

$B$  = Luasan struktur pada bidang normal arah aliran

$h$  = Kedalaman aliran

$u$  = Kecepatan aliran pada lokasi struktur

$(hu^2)_{max}$  dapat diestimasi menggunakan persamaan :

$$(hu^2)_{max} = g \cdot R^2 (0.125 - 0.235 \frac{Z}{R} + 0.11 \frac{Z^2}{R^2})$$

$g$  = Percepatan gravitasi (9,81 m/det<sup>2</sup>)

$R$  = Ketinggian *run-up* desain

$Z$  = Elevasi tanah pada dasar struktur

### 2.4.3 Gaya Impulsif

Gaya impulsif adalah gaya tumbukan yang terjadi karena aliran air mengenai struktur. Besarnya gaya impulsif pada struktur adalah 1,5 kali nilai gaya hidrodinamik. Oleh karena itu, gaya impuls ini harus dihitung menggunakan rumus berikut:

$$F_s = 1,5 F_d$$

### 2.4.4 Gaya Tumbukan Debris atau Hanyutan Debris

Gaya tumbukan dari puing-puing yang hanyut ini dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus berikut:

$$F_i = C_m \cdot u_{max} \sqrt{k \cdot m}$$

$C_m$  = Koefisien massa yang ditambahkan

$u_{max}$  = Kecepatan maksimum aliran yang membawa puing di lokasi

$m$  = Massa puing

$k$  = Kekerasan puing

Nilai pertambahan faktor massa yang direkomendasikan  $C_m = 2.0$ . Tidak seperti gaya lainnya, gaya tumbukan ini diperkirakan bekerja hanya pada satu bagian struktur, pada permukaan air.

### 2.4.5 Gaya Tahanan Debris atau Hanyutan Puing

Efek terhadap akumulasi puing-puing yang terperangkap dalam struktur dapat dilihat sebagai gaya hidrodinamik tambahan oleh puing-puing yang tertahan di dalam struktur. Persamaan berikut merupakan modifikasi dari rumus hidrodinamika yang meliputi lebar dari debris drag.

$$F_d = \frac{1}{2} \rho s \cdot C_d \cdot B_d \cdot (hu^2)_{max}$$

$\rho s$  = Massa jenis air tsunami ( termasuk sedimen ) (1100 kg/m<sup>3</sup>)

$C_d$  = Koefisien drag (rekomendasi  $C_d = 2,0$ )

$B_d$  = Lebar/luas permukaan puing

$h$  = Kedalaman aliran

$u$  = Kecepatan aliran pada lokasi struktur

## 2.5. Metode Konstruksi

Metode konstruksi merupakan rangkaian kegiatan atau proses yang dilakukan untuk mencapai tujuan-tujuan yang diharapkan terjadi selama pelaksanaan konstruksi. Tujuan umum dalam setiap pelaksanaan konstruksi biasanya berfokus ke pengefisienan biaya, mutu dan waktu. Faktor-faktor yang dapat menjadi penentu dalam pemilihan metode konstruksi dalam suatu proyek antara lain, ketersediaan sumber daya, jenis bangunan atau konstruksi yang akan dibangun, luasan area pelaksanaan proyek, akses ke area konstruksi dan keadaan lingkungan di sekitar area konstruksi.

## 2.6. Kontainer

Kontainer atau peti kemas biasanya merupakan alat transportasi yang digunakan oleh kapal untuk memindahkan barang melalui laut ke lokasi yang berbeda. Kontainer digunakan untuk mengangkut barang berat dan barang dalam jumlah besar (*bulk cargo*) (IES, 2018). Dari sudut pandang desain, kontainer dirancang untuk membawa beban yang sangat berat sambil menahan lingkungan yang keras dengan umur desain lebih dari sekitar 15 tahun.. Keunggulan lainnya adalah desain yang dapat dilepas, yang dapat ditempatkan hingga 6 tumpukan (Bernardo, 2013) . Struktur Kontainer juga memiliki keunggulan dalam menahan beban gempa dan ta angin topan (Hamilton, 2017).

### **3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Pembuatan Kuesioner**

Pembuatan Kuesioner terbagi menjadi 2, kuesioner pertama bertujuan untuk mendapatkan data untuk menjawab rumusan masalah pertama, sedangkan kuesioner kedua bertujuan untuk melihat preferensi masyarakat terhadap 2 alternatif selter. Kuesioner pertama dibuat berdasarkan pemahaman, dan situasi serta keadaan di Kota Palu setelah terjadinya bencana alam pada tahun 2018 lalu. Kuesioner terdiri dari data umum responden, dan 11 poin pernyataan yang dibagi menjadi 2 elemen variabel yaitu, variabel kesiapan mitigasi non-struktural dan variabel kesiapan mitigasi struktural. Terdapat 5 poin skala yang diberikan kepada responden untuk menjawab 11 pernyataan tersebut. 5 poin skala yang dipakai adalah: 1 = Sangat tidak setuju; 2 = Tidak setuju; 3 = Netral/tidak yakin; 4 = Setuju; 5 = Sangat setuju. Setelah itu akan dilakukan pilot studi untuk memastikan tata bahasa kuisisioner dapat mudah dimengerti oleh responden. Selanjutnya, dibuat kuesioner kedua yang berisikan beberapa faktor penentu untuk menentukan preferensi masyarakat terkait 2 alternatif bangunan shelter. Faktor-faktor tersebut terbagi menjadi 5 yaitu, kenyamanan, kemudahan akses, keamanan, ketertiban dan multifungsi. Penyebaran kuesioner dilakukan ke masyarakat sekitar Teluk palu yang merasakan langsung dampak dari bencana yang terjadi pada tahun yang lalu.

#### **3.2. Survei Lapangan**

Peneliti melakukan survei lokasi langsung di lapangan untuk mengetahui titik lokasi yang akan digunakan sebagai lokasi pembangunan shelter yang dirancang oleh peneliti. Rancangan shelter akan didasarkan pada data-data yang diperoleh peneliti antara lain, luas tanah, keadaan lokasi, kondisi tanah yang didapatkan berdasarkan data tanah, dan lain-lain

#### **3.3. Analisa dan Pengolahan Data**

##### **3.3.1. Uji Validitas dan Reliabilitas**

uji validitas yang berfungsi untuk mengetahui apakah data-data pernyataan yang diajukan telah valid untuk objek yang akan diteliti atau diamati. Sedangkan, Uji reliabilitas juga dilakukan untuk menguji apakah data yang didapat dari responden dalam menjawab kuesioner tersebut telah reliabel untuk digunakan sebagai teknik pengolahan data. Uji validitas dan reliabilitas dilakukan dengan menggunakan SPSS.

##### **3.3.2. Analisa Mean**

Analisa mean digunakan untuk menilai kesiapan Pemerintah Kota Palu dalam menghadapi bencana dan untuk menentukan preferensi mayoritas masyarakat terhadap 2 alternatif selter yang dirancang oleh peneliti. Nilai mean dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i}$$

$\bar{x}$  = Nilai rata-rata (mean)

$f_i$  = Banyaknya responden

$x_i$  = Nilai yang diberikan responden

#### **3.4. Merancang dan Menentukan Metode Pembangunan Shelter**

Pada bagian ini peneliti merancang dan menentukan metode pembangunan shelter yang efektif dan efisien, serta memenuhi syarat yang telah ditentukan oleh pemerintah berdasarkan data yang didapat dari hasil survei di lapangan yang dilakukan oleh peneliti. Peneliti akan merancang dari ukuran pelat, kolom, balok, dan pondasi yang digunakan untuk pembangunan shelter hingga sketsa desain bangunan untuk shelter tersebut. Setelah selesai melakukan perancangan terhadap komponen-komponen struktur bangunan shelter, peneliti akan menentukan metode pembangunan yang paling efisien untuk dilakukan.

## 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Analisis Kesiapan Pemerintah Kota Palu dalam Menghadapi Bencana

#### 4.1.1. Hasil analisa validitas kuesioner penilaian kesiapan pemerintah kota palu dalam menghadapi bencana

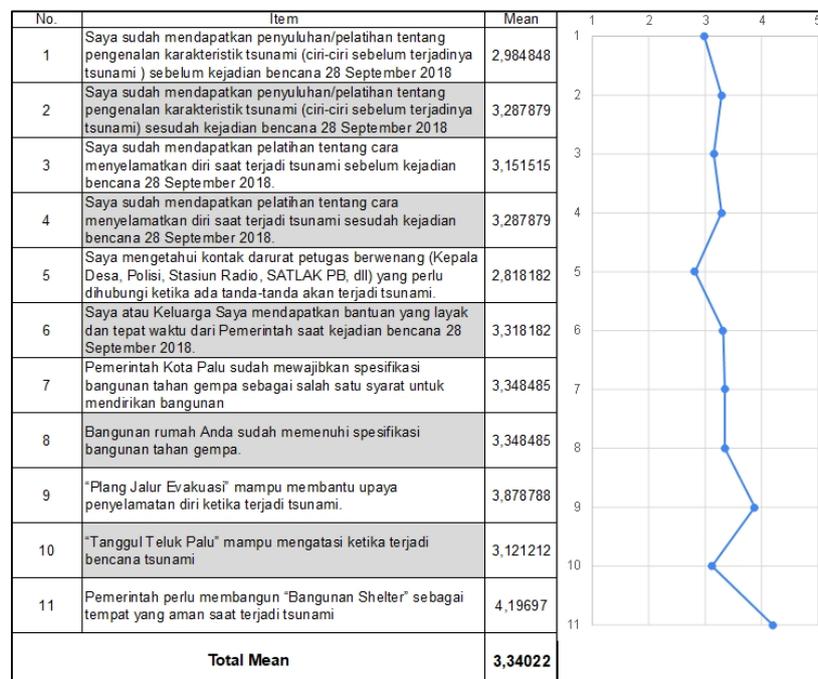
Berdasarkan hasil uji validitas pada kuesioner penilaian kesiapan pemerintah kota palu dalam menghadapi bencana, didapatkan semua variabel memiliki sig dengan nilai  $\leq 0,05$  dan semua nilai korelasi pearson  $\geq 0,2423$  (nilai r tabel untuk  $N=66$  responden).

#### 4.1.2. Hasil analisa reliabilitas kuesioner penilaian kesiapan pemerintah kota palu dalam menghadapi bencana

Berdasarkan hasil uji reliabilitas pada kuesioner ini, didapatkan nilai Cronbach's Alpha pada setiap variabel yang ada  $>0,6$ . Sehingga variabel-variabel tersebut dapat dinyatakan reliabel.

#### 4.1.3. Hasil analisa mean kuesioner penilaian kesiapan pemerintah kota palu dalam menghadapi bencana

Seperti terlihat pada **Gambar 1**, didapatkan hasil mean sebesar 3,34022 yang dimana pada pernyataan skalar dapat dikatakan sebagai netral/tidak tahu. Hal ini menunjukkan kesiapan pemerintah kota palu dalam menghadapi masih harus ditingkatkan.



**Gambar 1. Hasil analisis mean skala kesiapan Pemerintah Kota Palu dalam menghadapi bencana**

### 4.2. Pemilihan Lokasi Pembangunan

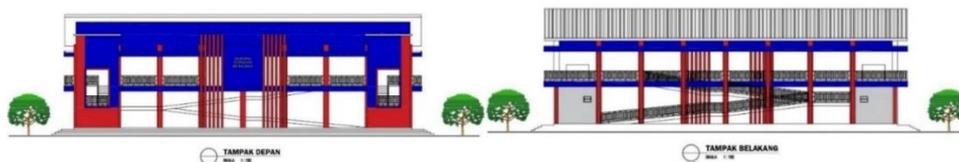
Pada bagian ini, peneliti memilih 2 lokasi pembangunan untuk masing-masing alternatif bangunan shelter yang akan dirancang. Untuk bangunan shelter alternatif 1 dari beton bertulang, peneliti memilih lahan yang memiliki elevasi +7MDPL yang berada di Jalan Diponegoro. Sedangkan, untuk shelter alternatif 2 dari kontainer bekas, peneliti memilih lokasi yang lebih jauh dan memiliki elevasi +11 MDL yang terletak di Jalan Mokolembake.

### 4.3. Perencanaan Struktur

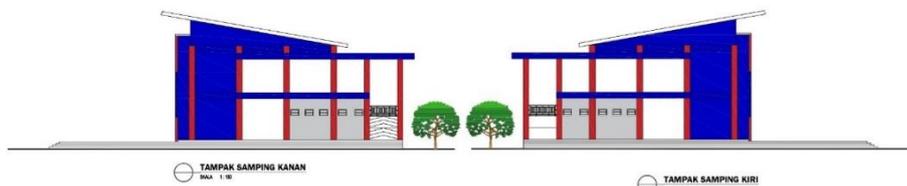
Perencanaan Gedung shelter mitigasi bencana memiliki dua alternatif, yaitu alternatif 1 yang merupakan bangunan struktur beton bertulang dengan total tinggi bangunan 11 m, panjang 45 m, lebar bangunan 26 m, jumlah lantai 2 (dua) lantai dengan . Untuk mutu bahan yang di gunakan adalah  $f_c' 30$  MPa, dan mutu baja tulangan polos 240 MPa, mutu baja tulangan ulir 400 MPa. Alternatif 2 yaitu bangunan semi-permanen menggunakan kontainer bekas jenis 40' HC yang memiliki panjang 12 m, lebar 2,4 m, dan tinggi 2,89 m.

#### 4.3.1. Rancangan Bangunan Permanen Struktur Beton Bertulang

Perencanaan struktur gedung *shelter* mitigasi bencana alternatif 1 merupakan bangunan permanen dengan struktur beton bertulang. Gambar desain bisa dilihat pada **Gambar 2.** dan **Gambar 3.** Desain ini di ambil dari gambar desain “Pekerjaan Perencanaan Pembangunan Gedung Mitigasi Bencana Multifungsi Di Kecamatan Pulau Banyak Kabupaten Aceh Singkil”. Proyek ini merupakan proyek pemerintah Aceh dalam menanggulangi bencana yang di laksanakan oleh BPBA dan desain ini dibuat oleh CV. *EGYPT Engineering Consultant.* Bangunan ini direncanakan agar dapat menahan beban gempa dan tsunami dan menjadi tempat evakuasi maupun tempat pengungsian bagi korban bencana.



**Gambar 2. Tampak Depan dan Tampak Belakang**



**Gambar 3. Tampak Samping Kanan dan Tampak Samping Kiri**

##### 4.3.1.1. Pembebanan Beban Tsunami

Data-data yang mendukung dalam perhitungan beban tsunami adalah :

- Massa jenis aliran tsunami ( $\rho_s$ ) = 1100 kg/m<sup>3</sup>
- Percepatan gravitasi ( $g$ ) = 9,81 m/s<sup>2</sup>
- Tinggi runup tsunami  $R = 1,3 \times 6 = 7,8$  m
- Elevasi bangunan  $Z = 8$  m
- Elevasi muka tanah dari permukaan air laut  $z = 5$  m
- Tinggi genangan tsunami rencana =  $R - z = 2,8$  m

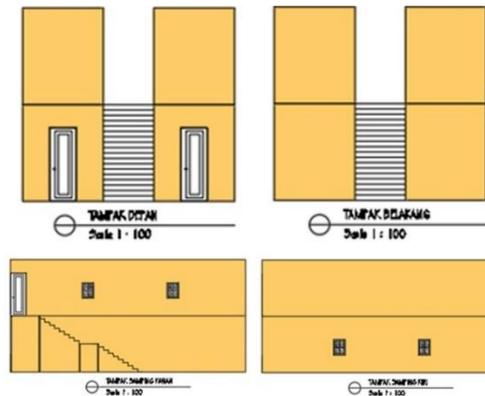
Setelah didapat data-data diatas maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa gaya yang terjadi pada struktur. Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 1.**

**Tabel 1. Distribusi Gaya Tsunami**

Gaya	Besar	Diaplikasikan Pada
$F_d'$	2,75 kN/m	Semua kolom yang tergenang dan tidak diaplikasikan gaya $F_s$ atau $F_{dm}$
$F_s'$	4,126 kN/m	Semua kolom yang tergenang dan terletak pada bagian paling belakang struktur ( arah gelombang datang )
$F_i$	43,139 kN	Semua kolom yang tergenang dan yang tidak diaplikasikan gaya $F_s$ atau $F_{dm}$
$F_{dm}'$	4,4 kN/m	Semua kolom yang tergenang dan terletak pada bagian paling terdepan struktur ( arah gelombang datang )

### 4.3.2. Rancangan Bangunan Semi-Permanen

Alternatif kedua merupakan bangunan semi-permanen menggunakan kontainer bekas jenis 40'HC dengan panjang 12 m, lebar 2,4 m, dan tinggi 2,89 m. Kontainer tersebut akan ditumpuk dua dengan desain seperti pada **Gambar 4.**, dan **Gambar 5.** Bangunan ini dilengkapi dengan tangga eksterior yang terbuat dari baja ringan untuk memaksimalkan penggunaan ruangan dalam kontainer. Struktur kontainer juga telah diuji kuat terhadap beban gempa dan angin topan (Hamilton, 2017) sehingga dapat dinyatakan aman jika digunakan sebagai bangunan *shelter*.



**Gambar Error! No text of specified style in document.. Tampak Depan, Belakang, Kiri dan Kanan**

## 4.4. Metode Konstruksi

### 4.4.1. Metode Konstruksi Shelter Alternatif 1 dengan Struktur Beton Bertulang

Pada pembangunan shelter alternatif 1 dengan konstruksi beton bertulang ini, metode pembangunan yang paling cocok untuk diterapkan adalah metode konvensional (*Cast in situ*). Pertimbangan untuk menerapkan metode pembangunan konvensional didasarkan pada ketersediaan sumber daya yang ada di Kota Palu.

### 4.4.2. Metode Konstruksi Shelter Alternatif 2 dengan Kontainer Bekas

Pada pembangunan bangunan shelter alternatif 2 dari kontainer bekas ini, metode yang digunakan adalah dengan memodifikasi kontainer sehingga layak untuk menjadi tempat pengungsian sesuai pedoman yang ada. Kontainer yang telah dimodifikasi kemudian akan ditumpuk menjadi 2 tingkat untuk menghemat penggunaan lahan yang ada.

## 4.5. Hasil Analisa dan Pengolahan Data Kuesioner Preferensi Masyarakat terhadap 2 Alternatif Bangunan Shelter

Pada kuesioner kedua ini, didapatkan hasil mean sebesar 19,9 atau sebesar 76,5% responden memilih bangunan shelter alternatif 1 dari beton bertulang. Sedangkan untuk bangunan shelter alternatif 2 memiliki hasil rata-rata sebesar 6,1 atau 23,5% dari responden. Pemilihan bangunan shelter alternatif 1 dari beton bertulang sebagai bangunan shelter yang menurut mereka cocok ini didasarkan oleh berbagai faktor antara lain, kenyamanan, multifungsi, kemudahan akses, ketertiban maupun keamanan untuk digunakan sebagai tempat evakuasi darurat saat terjadi bencana tsunami.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan diatas, maka kesimpulan yang didapatkan adalah :

1. Kesiapan pemerintah kota Palu dalam menanggapi bencana masih tergolong rendah sehingga harus ada upaya peningkatan mitigasi bencana baik mitigasi struktural maupun mitigasi nonstruktural
2. Rancangan shelter yang dinilai paling sesuai untuk kondisi di lapangan adalah rancangan shelter alternatif 1 dengan struktur beton bertulang. Hal ini mempertimbangkan berbagai macam aspek seperti ketersediaan sumber daya untuk membangun, kenyamanan, kemudahan akses, multifungsi bangunan dan preferensi mayoritas masyarakat sekitar. Berdasarkan perhitungan beban gempa

dan beban tsunami yang telah dilakukan, pada desain ini beban gempa lebih dominan dari pada beban tsunami.

3. Metode konvensional (*cast in situ*) merupakan metode pembangunan selter alternatif 1 yang paling efektif dan efisien. Hal ini dikarenakan belum adanya sumber daya yang memungkinkan penggunaan metode pracetak di kota Palu. Sedangkan untuk membangun selter alternatif 2 yang paling efektif dan efisien adalah dengan metode modifikasi dan kemudian menumpuk kontainer menjadi 2 tingkat.

## 6. DAFTAR REFERENSI

- Alamsyah, I.R. (2019). *Gubernur: Total Korban Bencana di Sulteng Capai 4.340 Orang*. Retrieved from <https://republika.co.id/berita/nasional/umum/19/01/29/pm3nb1349-gubernur-total-korban-bencana-di-sulteng-capai-4340-orang>, Januari 29
- Badan Standardisasi Nasional (2012) *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI1726-2012)*. BSN, Bandung
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Beban Minimum untuk Perancangan Gedung dan Struktur Lain (SNI 03-1727-2013)*, BSN, Bandung
- Bernardo, L. F. A., Oliveira, L. A. P., Nepomuceno, M. C. S. and Andrade, J. M. A. (2013) Use of Refurbished Shipping Containers for the Construction of Housing Buildings: Details for the Structural Project, *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. 19, issue 5, pp. 628-646
- FEMA (2019) *Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis. : Federal Emergency Management Agency P-646*. California
- Hamilton, C. K. G. (2017) *The Benefits of Incorporating Shipping Containers into the Climate Change Adaptation Plans at NASA Wallops Flight Facility*, M.S.A.S. Master Research Project, University of Florida, Gainesville.
- Integrated Equipment Sales (2018) *Don't Let Those Millions of Shipping Containers Go Unused*. Website:<http://integratedequipmentsales.com/dont-let-millions-shipping-containers-go-unused/> , retrieved 27 November 2021.
- Kementerian Sosial Republik Indonesia. (2019). *Panduan Shelter Untuk Kemanusiaan*. Kemensos RI, Jakarta.
- Mc Cormac, Jack C. (2004). *Desain Beton Bertulang-Edisi Kelima-jilid 2*. Penerbit Erlangga:Jakarta
- Sipta, Y. (2017). *Shelter Mitigasi Bencana, Syiah Kuala* (Thesis). Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Retrieved from <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/27785/10512047%20Yadzan%20Sipta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>