

## EVALUASI *EXISTING BUILDING* DAN PEMBUATAN PETA EVAKUASI VERTIKAL TERHADAP TSUNAMI DI KOTA PADANG

Fauzan<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Kota Padang adalah daerah yang rawan gempa tsunami. Selain daerah rawan bencana, distribusi kepadatan populasi Padang sangat memprihatinkan. Lebih dari setengah populasi penduduk bermukim di daerah pantai. Berdasarkan catatan gempa, Padang memiliki masalah dalam evakuasi horizontal karena terjadi kemacetan pada ruas-ruas jalan. Pemerintah kota Padang yang belum memiliki kepastian dalam menentukan gedung yang memadai untuk tempat dan jalur evakuasi vertikal.

Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk memeriksa kelayakan *existing building* yang ada di kota Padang terhadap pengaruh beban gempa tsunami serta membuat peta evakuasi vertikal terhadap tsunami. Penelitian ini dilakukan dalam dua kategori yaitu penyelidikan bangunan secara visual dan penyelidikan melalui analisa struktur (ETABS dan SAP 2000 berlisensi). Penyelidikan bangunan secara visual meliputi fungsi bangunan, jumlah lantai, dimensi balok dan kolom, umur bangunan, jenis pondasi, persentase bukaan lantai dasar, ketinggian lantai satu, jumlah pintu masuk, dan potensi *pounding*. Kemudian dilakukan *scoring* data sesuai dengan kondisi bangunan. Analisa struktur dilakukan pada gedung Hotel Mercure, gedung Dinas Pekerjaan Umum Prasarana Tarkim Sumatera Barat, dan *Escape Building* Kantor Gubernur Sumatera Barat. Dari hasil analisa struktur terhadap gedung-gedung tersebut dapat disimpulkan bahwa gedung layak untuk dijadikan sebagai sarana evakuasi vertikal terhadap bencana Tsunami. Peta evakuasi vertikal terhadap tsunami Kota Padang juga dihasilkan dari penelitian ini.

**Kata Kunci:** gempa, tsunami, evakuasi, gedung

### 1. PENDAHULUAN

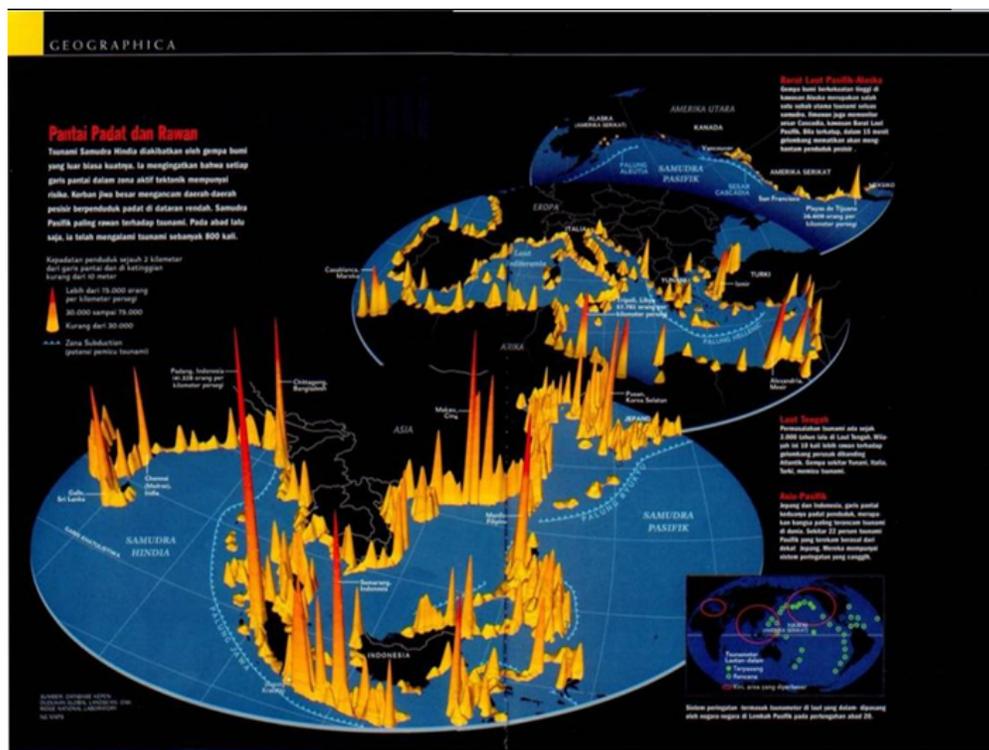
Kota Padang, Ibukota Provinsi Sumatera Barat, adalah daerah yang rawan gempa tsunami karena berdekatan dengan pertemuan dua lempeng Hindia dan Asia pada pesisir pantai yang adalah lempeng Sesar Semangko. Wilayah laut Padang merupakan wilayah patahan subduksi yang merupakan sumber gempa kuat dan sumber pembangkit tsunami. Selain daerah rawan, distribusi kepadatan populasi Padang sangat memprihatinkan. Padang memiliki jumlah penduduk 900.000 orang, setengah dari penduduk tersebut tinggal dekat daerah pantai dan berada pada elevasi lima meter di atas permukaan laut. Pusat kota Padang yang terletak di sepanjang ujung selatan kota, merupakan daerah komersial yang sibuk penuh dengan toko-toko dan kantor. Kepadatan penduduk di wilayah ini adalah sekitar 9.000 orang per km<sup>2</sup>. Faktor-faktor kepadatan penduduk dan distribusinya dalam kombinasi dengan daerah tersebut, membuat Padang rentan terhadap tsunami.

Berdasarkan catatan gempa besar yang terjadi semenjak tahun 2006, 2007 dan 2009, kota Padang memiliki permasalahan dalam hal evakuasi secara horizontal (**Gambar 1.**). Hal ini disebabkan beberapa faktor antara lain: infrastruktur jalan yang tegak lurus arah pantai menuju daerah tinggi

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas, [fauzan@ft.unand.ac.id](mailto:fauzan@ft.unand.ac.id)

sangat sedikit. Banyaknya sungai-sungai yang membelah kota Padang, jika tsunami terjadi maka daerah sekitar aliran sungai sangat rawan terhadap genangan tsunami dalam radius 200 meter. Banyaknya jalur evakuasi secara horizontal harus melewati jembatan sedangkan secara teori jembatan tidak tahan terhadap gempa dan tsunami. Berdasarkan pengalaman gempa yang pernah terjadi di Padang, sangat sulit untuk melakukan evakuasi horizontal setelah gempa terjadi karena terjadi kemacetan pada ruas-ruas jalan yang ada seperti pada kejadian pada gempa 30 September 2009.

Seiring dengan kompleksitas permasalahan yang dihadapi kota Padang dalam kesiapsiagaan bencana gempa dan tsunami, pemerintah kota Padang belum memiliki kepastian dalam menentukan bangunan atau gedung bertingkat yang memadai untuk dijadikan sebagai tempat evakuasi vertikal terhadap tsunami dan belum adanya jalur evakuasi vertikal terhadap tsunami. Oleh karena itu perlu diadakan penelitian dalam bidang “Evaluasi bangunan eksisting (*Existing Building*) sebagai tempat evakuasi vertikal terhadap tsunami di kota Padang” agar adanya kejelasan dalam merekomendasikan gedung-gedung yang ada untuk dijadikan tempat evakuasi vertikal terhadap tsunami dan terbentuknya peta evakuasi vertikal terhadap tsunami di kota Padang.



Gambar 1. Kerentanan Bahaya Tsunami di Dunia (National Geographic, Maret 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk memeriksa kelayakan *existing building* yang ada di Kota Padang terhadap pengaruh beban gempa dan tsunami dan membuat model peta evakuasi vertikal terhadap tsunami berdasarkan sebaran penduduk yang ada di sekitar lokasi *existing building* yang telah diperiksa dan dinyatakan layak sebagai tempat evakuasi dan dapat dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan peta evakuasi vertikal terhadap tsunami untuk wilayah kota Padang.

## 2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah daerah di sepanjang pesisir pantai Padang pada jarak 500 m-1500 m. *Existing building* yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah bangunan-bangunan publik berupa masjid bertingkat dan bangunan kantor di kota Padang yang berpotensi untuk dijadikan tempat evakuasi vertikal terhadap tsunami dan memenuhi standar-standar sesuai dengan aturan FEMA P646 (Federal Emergency Management Agency, 2008). Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

1. Data teknis; terdiri dari data dimensi bangunan, kuat material bangunan, *engineering drawings* dan data-data yang berkenaan dengan fisik bangunan lainnya.
2. Data non-teknis; terdiri dari data jumlah penduduk di sekitar *existing building*, peta prediksi genangan tsunami yang dikeluarkan pemerintah kota Padang dan lain-lain.

Data teknis diperoleh dari survey lapangan. Untuk menentukan kekuatan material bangunan seperti kuat tekan beton dan kuat leleh baja, data-data ini diperoleh dari gambar bestek masing-masing bangunan. *Engineering drawings* diperoleh dengan cara menghubungi pihak pengelola *existing building* yang akan diteliti. Data-data non-teknis diperoleh dengan cara menghubungi pihak pemerintahan terkait.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian Evaluasi *Existing Building* dan pembuatan peta evakuasi vertikal terhadap tsunami di kota Padang, peneliti membagi atas dua kategori yaitu penyelidikan bangunan secara visual serta melalui analisa struktur bangunan dengan *software* Etabs dan SAP 2000.

#### 3.1 Penyelidikan Secara Visual

Penyelidikan visual dilapangan dilaksanakan pada gedung yang tertera pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Bangunan Lokasi Penelitian

No.	Nama Bangunan	Alamat
1	Hotel Eden	S.Parman
2	Masjid Darul Mukhlisin	Olo nanggalo. Jl.Gajah Mada No.23 A
3	Masjid Muhsinin	Jl. Rasuna Said no.101,khatib sulaiman
4	Masjid Nurul Iman	JL. Imam Bonjol
5	Plasa Andalas	Pemuda
6	Masjid Taqwa Muhammadiyah	Jl. Bundo Kandung no 1
7	Masjid Baitussalam	Jl. Air Tawar Barat
8	Masjid Baitul Muttaqien	S.Parman
9	Masjid Al Wustha	Veteran
10	Masjid Bustanul 'Ulum	Rimbo Kaluang ,SMA 2 Padang
11	Masjid Istiqlal	Rimbo Kaluang
12	Masjid Nurul Ulya	Jl. Damar III
13	Masjid Raya SUMBAR	Khatib Sulaiman
14	Hotel Mercure	Purus

Data yang diselidiki (**Tabel 1.**) dilapangan terdiri dari fungsi bangunan, jumlah lantai, dimensi balok dan kolom, umur bangunan, jenis pondasi, persentase bukaan pada lantai 1, ketinggian lantai 1, jumlah pintu masuk, jumlah tangga dan potensial *ponding*.

- **Fungsi Bangunan**  
Fungsi bangunan yang dimaksud dalam kajian ini adalah berupa kantor, tempat ibadah, dan hotel. Bangunan yang berfungsi sebagai masjid umumnya lebih mudah dijangkau oleh masyarakat karena merupakan tempat umum dan berada pada lokasi padat penduduk, dibandingkan dengan bangunan berupa kantor dan hotel yang hanya diperuntukkan untuk kepentingan tertentu dan bukan merupakan tempat umum.
- **Jumlah Lantai**  
Dalam penelitian ini direkomendasikan bangunan minimal 2 lantai, dimana lantai 2 diperuntukkan sebagai tempat evakuasi. Gelombang *tsunami* akan menghantam bangunan dengan kedalaman tertentu sehingga ketinggian tempat evakuasi rata-rata harus lebih besar dari ketinggian gelombang, dalam penelitian ini digunakan data bangunan dengan ketinggian antara 3,2 - 6,8 m.
- **Dimensi Balok dan Kolom**  
Bangunan dengan dimensi kolom dan balok yang lebih besar akan lebih mampu menerima hantaman beban gempa dan *tsunami* karena secara struktur bangunan dengan dimensi kolom dan balok yang besar lebih kokoh dan stabil.
- **Umur Bangunan**  
Seiring dengan perkembangan teknologi dalam pembangunan, bangunan yang usianya sudah lama memiliki kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan bangunan yang baru karena bangunan yang lama masih menerapkan metoda konstruksi yang berlaku pada masanya. Selain itu bangunan yang usianya sudah tua bisa saja terjadi kerusakan struktur karena pengaruh lingkungan seperti korosi, retak, lendutan dan pelapukan.
- **Jenis Pondasi**  
Pondasi merupakan struktur bagian bawah yang menopang semua beban bangunan, sehingga agar bangunan tetap kokoh dan stabil perlu adanya pondasi yang kuat ada beberapa pondasi yang digunakan pada bangunan diantaranya pondasi tiang pancang, pondasi sumuran dan pondasi telapak. Pondasi tiang pancang lebih direkomendasikan pada tanah dengan kedalaman tanah keras yang besar, sehingga dapat menopang semua beban yang bekerja.
- **Persentase Bukaan pada Lantai 1**  
Tsunami merupakan suatu gelombang air yang memiliki energi besar yang dapat menghantam semua benda yang menghalangi jalannya. Tingkat kerusakan yang diakibatkannya tergantung besarnya energi tsunami tersebut. Tingkat kerusakan terhadap gedung juga dipengaruhi oleh persentase bukaan pada gedung. Gedung dengan persentase bukaan yang rendah akan mengalami kerusakan yang lebih besar daripada bangunan dengan persentase bukaan tinggi karena bangunan dengan persentase bukaan yang kecil akan menghambat laju tsunami.
- **Ketinggian Lantai 1**  
Untuk menentukan kelayakan suatu bangunan dijadikan tempat evakuasi vertikal perlu berbagai pertimbangan, tidak hanya dari segi kekuatan struktur tetapi dari kondisi fisik bangunan tersebut, salah satunya ketinggian lantai 1. Sebagaimana yang telah diketahui, ketinggian tsunami tidak sama untuk masing-masing tempat sehingga syarat ketinggian gedung pun berbeda-beda di setiap tempat. Syarat bangunan yang dapat dijadikan tempat evakuasi vertikal adalah bangunan yang memiliki ketinggian lebih tinggi dari perkiraan ketinggian tsunami di tempat tersebut.
- **Jumlah Pintu Masuk**

Aksesibilitas adalah suatu faktor penentu keberhasilan pengevakasian dari bencana tsunami. Saat terjadinya bencana tsunami, masyarakat akan mengalami kepanikan yang hanya memikirkan agar dapat sampai di tempat yang aman dengan cepat dan mudah. Dari permasalahan tersebut diperlukan pemilihan bangunan yang memiliki banyak akses masuk untuk dijadikan tempat evakuasi vertikal. Selain faktor aksesibilitas, secara tidak langsung bangunan dengan jumlah pintu masuk yang banyak juga memperbesar persentase bukaan bangunan sehingga mengurangi dampak hantaman tsunami pada bangunan.

- **Potensial Pounding**

Bencana Tsunami selalu didahului oleh gempa bumi dengan skala yang besar sehingga kerusakan bangunan tidak hanya disebabkan hantaman tsunami namun juga dapat disebabkan oleh gempa. Bangunan yang tidak dapat memikul beban gempa akan runtuh dan dapat pula menyebabkan kerusakan pada bangunan di sekitarnya. Untuk itu tiap bangunan diberi ruang bebas minimal 10 cm yang berguna untuk menghindari benturan antar bangunan saat beban gempa bekerja.

### 3.2 Penyelidikan Melalui Analisa Struktur Bangunan

Analisa struktur bangunan yang diteliti dilakukan pada beberapa sampel bangunan dengan menggunakan *software* Etabs V9.07 (*Lisensi*) yaitu untuk gedung Dinas Pekerjaan Umum Prasjal dan Tarkim Sumatera Barat dan Hotel Mercure, sedangkan untuk gedung Escape Building Kantor Gubernur Sumatera Barat menggunakan SAP 2000 (*Lisensi*).

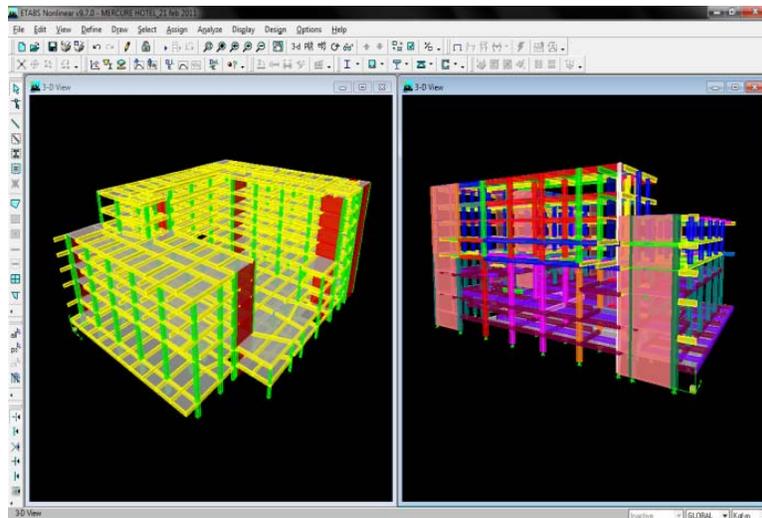
#### a. Hotel Mercure

Berdasarkan fungsinya, bangunan milik Hotel Mercure Padang yang terletak di Jl. Purus IV No. 8 Padang ini, diklasifikasikan sebagai gedung hotel. Bangunan ini terdiri dari dua bagian bangunan yang dipisahkan dengan dilatasi. Bangunan pertama merupakan bangunan yang terdiri atas delapan lantai yaitu lima lantai yang difungsikan untuk kegiatan hotel, satu lantai untuk lantai dasar dan dua lantai untuk parkir. Sedangkan bagian yang lain merupakan bangunan yang terdiri dari empat lantai, yaitu dua lantai untuk parkir dan dua lantai untuk fasilitas pertemuan (*Convention*). Dinding bangunan terbuat dari dinding bata ringan (*Bata Hebel*). Dinding tembokan dimodelkan sebagai beban (**Gambar 2 dan 3**).

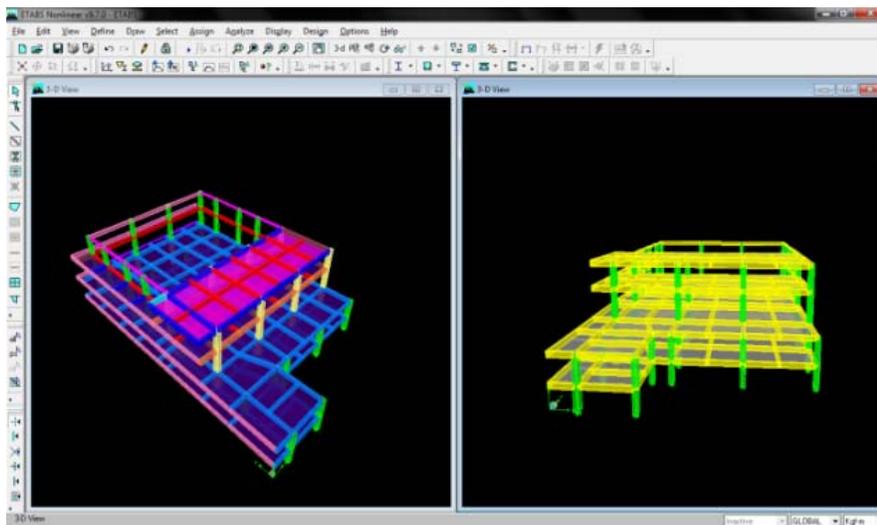
Untuk keperluan analisa struktur, diambil data berdasarkan hasil observasi di lapangan yang berpedoman pada gambar rencana dan perubahan pelaksanaan di lapangan.

Hasil *output* analisa struktur tersebut menunjukkan bahwa struktur cukup kuat untuk menahan beban yang bekerja. Tim juga melakukan analisa struktur terhadap beban gempa dinamis yang menggunakan respon spektrum Peta Hazard Gempa Indonesia 2010 sebagai acuan dalam penentuan wilayah gempa dengan menggunakan asumsi yang sama (faktor daktilitas  $\mu=5.3$  dan faktor reduksi gempa  $R=8.5$ ). Dari hasil *output* analisa struktur ini juga menunjukkan bahwa struktur Hotel Mercure cukup kuat untuk menahan beban yang bekerja.

Dari hasil analisa di atas yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa gedung Hotel Mercure Padang dapat atau layak dijadikan sarana evakuasi vertikal untuk bencana *Tsunami* di daerah Purus.



Gambar 2. Pemodelan Bangunan Utama Hotel Mercure

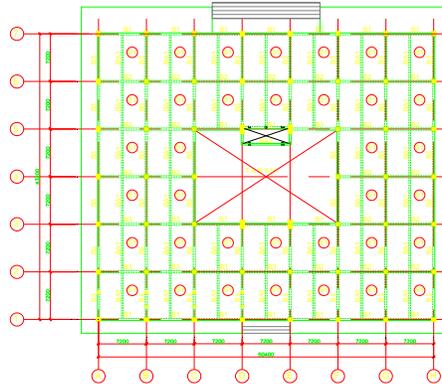


Gambar 3. Pemodelan Bangunan Convention Hotel Mercure

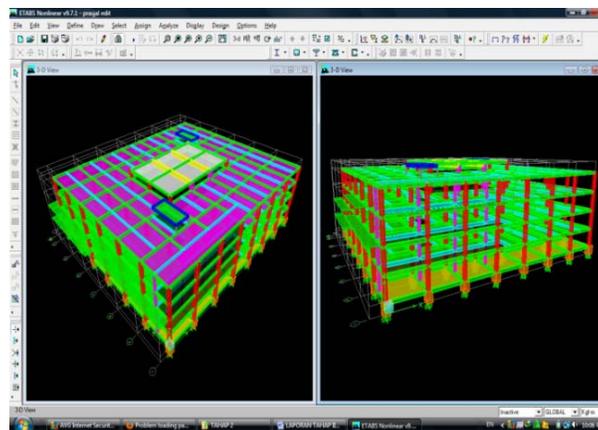
#### b. Kantor Dinas Prasjal Tarkim

Berdasarkan fungsinya, gedung Kantor Dinas Prasjal Tarkim di kota Padang berada di Jl. Taman Siswa. Bangunan ini diklasifikasikan sebagai gedung pemerintahan dinas Prasarana Jalan, Tata Ruang dan Permukiman. Bangunan ini terdiri dari empat lantai. **Gambar 4.** menunjukkan denah dari bangunan Kantor Dinas Prasjal Tarkim. Pemodelan struktur kantor dinas Prasjal Tarkim ini dilakukan dalam bentuk 3-dimensi (**Gambar 5.**). Analisa struktur dilakukan dengan menggunakan respon spektrum peta *Hazard* Gempa Indonesia 2010 sebagai acuan dalam penentuan wilayah gempa dengan menggunakan asumsi yang sama (faktor daktilitas  $\mu=5.3$  dan faktor reduksi gempa  $R=8.5$ ).

Dari hasil *output* analisa struktur ini juga menunjukkan bahwa struktur bangunan kantor dinas Prasjal Tarkim cukup kuat untuk menahan beban yang bekerja dan layak dijadikan sarana evakuasi vertikal untuk bencana gempa dan *Tsunami*.



**Gambar 4. Denah Struktur Lantai 1 Prasjal Tarkim**



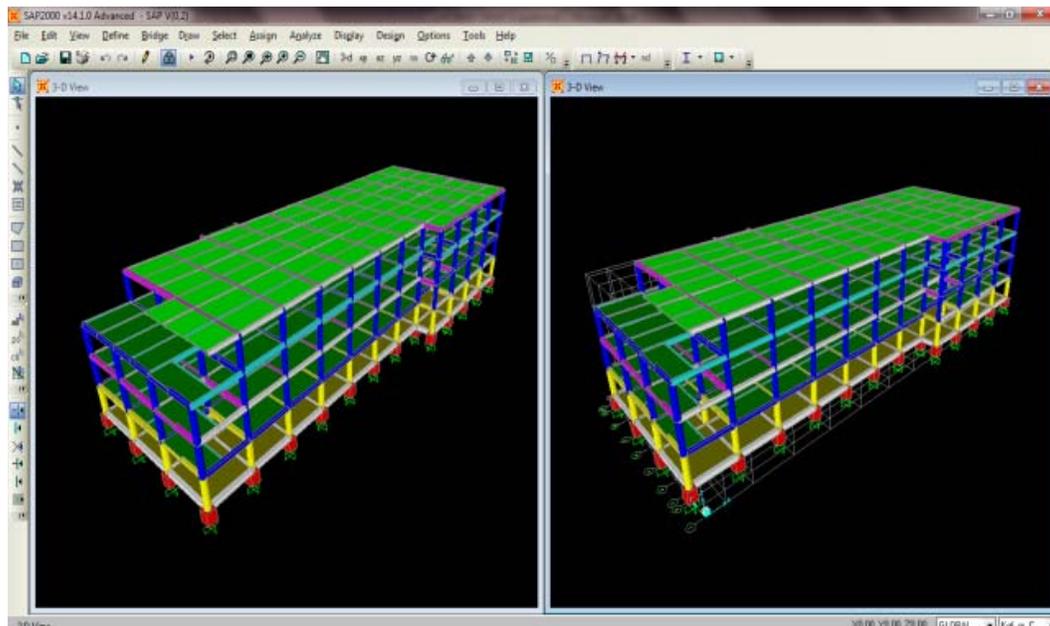
**Gambar 5. Pemodelan Kantor Dinas Prasjal Tarkim**

### c. *Escape Building* Kantor Gubernur Sumatera Barat

Berdasarkan fungsinya, gedung kantor Gubernur Sumatera Barat berada di Jl. Jend. Sudirman no. 15 Padang. Padang ini, diklasifikasikan sebagai gedung pemerintahan. Bangunan ini merupakan bangunan beton bertulang bertulang lima lantai.

Untuk keperluan analisa struktur, diambil data berdasarkan hasil observasi di lapangan yang berpedoman pada gambar rencana dan perubahan pelaksanaan di lapangan. Pemodelan struktur Kantor Gubernur ini dilakukan dalam bentuk 3-dimensi (**Gambar 6**).

Dari hasil analisa struktur terutama kapasitas penampang balok dan kolom menunjukkan bahwa struktur bangunan gedung *Escape Building* Kantor Gubernur Sumatera Barat cukup kuat menanggung beban luar yang bekerja sehingga dapat dijadikan sarana evakuasi vertikal untuk bencana gempa dan *Tsunami*.



Gambar 6. Pemodelan Bangunan Kantor Gubernur Sumatera Barat

### 3.3 Pembuatan Peta Evakuasi Vertikal Kota Padang

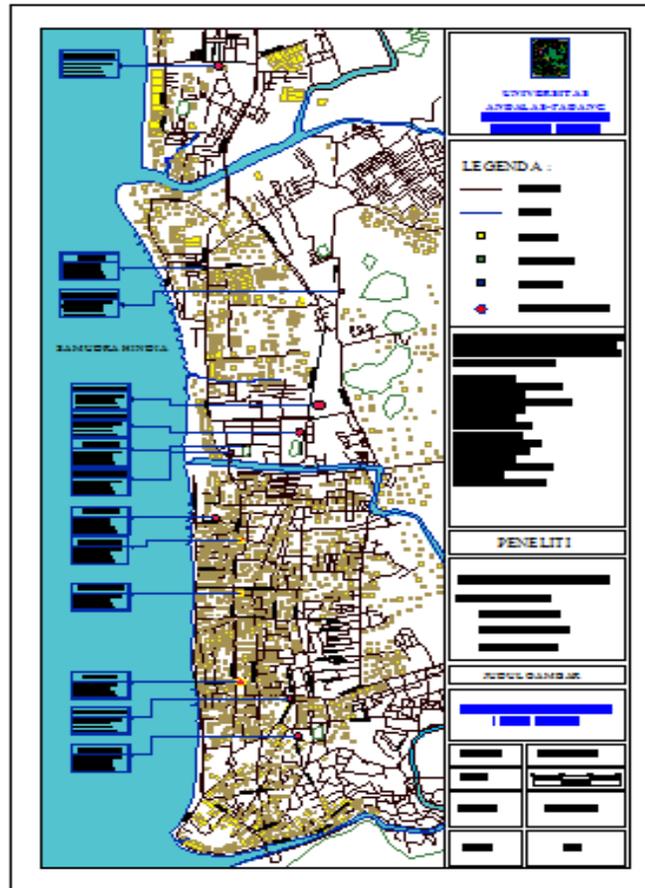
Dari hasil penyelidikan lapangan dan analisa struktur dapat digambarkan bentuk penyebaran dan kapasitas tampung bangunan jika terjadi bencana *Tsunami* dan gempa di kota padang dengan hasil seperti terlihat pada **Gambar 7** dan **Tabel 2**.

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil penyelidikan lapangan secara visual bangunan yang dinyatakan layak sebagai sarana evakuasi vertikal adalah sebagai berikut ini, Hotel Mercure, Plaza Andalas, Hotel Eden, Masjid Istiqlal, Masjid Baitussalam, Masjid Raya Sumatera Barat, Masjid Darul Muhsinin, Masjid Nurul Ulya, Masjid Taqwa Muhammadiyah, Masjid Nurul Iman, Masjid Bustanul Ulum, Masjid Alhusta, Masjid Baitul Muttaqin.

Analisa struktur bangunan dengan menggunakan Software berupa *Etabs V9.01* dan *SAP 2000* diperoleh hasil bahwa Hotel Mercure, Bangunan *Escape Building* Kantor Gubernur Sumatera Barat, dan Kantor Dinas PU Prasjal Tarkim dinyatakan mampu menopang beban gempa sehingga layak dijadikan bangunan evakuasi vertikal terhadap bencana gempa dan *tsunami* di kota Padang.

Peta evakuasi yang diperoleh dapat dijadikan pedoman dalam perencanaan evakuasi penduduk kota padang jika terjadi bencana gempa dan *tsunami*.



Gambar 7. Peta Evakuasi Vertikal terhadap bencana Tsunami di kota Padang

Tabel 2. Data Bangunan Pengamatan Visual

no	Nama Bangunan	Alamat	fungsi bangunan	Elevasi		Jrk. Tepi Pantai km	Area Evakuasi m <sup>2</sup>
				Int.	m		
1	Hotel Eden	S.Parman	Hotel	4	7	0.46	180
2	Masjid Darul Mukhlishin	Olo nanggalo. Jl.Gajah Mada No.23 A	Tempat ibadah	2	13	1.83	280
3	Masjid Muhsinin	Jl. Rasuna Said no.101,khatib sulaiman	Tempat ibadah	2	9	1,28	500
4	Masjid Nurul Iman	JL. Imam Bonjol	Tempat ibadah	2	8	1.1	990
5	Plasa Andalas	Pemuda	Market / Mall	4	5	0.43	1800
6	Masjid Taqwa Muhammadiyah	Jl. Bundo Kanduang no 1	Tempat ibadah	3	4,5	0.87	2000
7	Masjid Baitussalam	Jl. Air Tawar Barat	Tempat ibadah	2	6	0.8	400
8	Masjid Baitul Muttaqien	S.Parman	Tempat ibadah	2	4	0.48	205
9	Masjid Al Wustha	Veteran	Tempat ibadah	4	7	0.47	505
10	Masjid Bustanul 'Ulum	Rimbo Kaluang ,SMA 2 Padang	Tempat ibadah	2	4	0.38	102
11	Masjid Istiqlal	Rimbo Kaluang	Tempat ibadah	2	5	0.56	225
12	Masjid Nurul Ulya	Jl. Damar III	Tempat ibadah	2	5	0.49	240
13	Masjid Raya SUMBAR	Khatib Sulaiman	Tempat ibadah	2	8	1.37	3105
14	Hotel Mercure	Purus	Hotel	8	3	0.24	2500

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

Federal Emergency Management Agency,(2008),“*Vertical Evacuation from Tsunamis, A Guide for Community Official (FEMA P646A)*”, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA.

Majalah National Geographic Indonesia, (2005), Kompas Gramedia, Maret 2005  
Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum, (2010), "*Peta Hazard Gempa  
Indonesia 2010*", Jakarta.