

## **Analisa Bangunan *Non Engineering* Pada Tanah Terlikuifaksi (Studi Kasus :Bangunan Rumah Masyarakat Di Kota Padang)**

**Febrin Anas Ismail, Abdul Hakam, Fauzan, Egi Athari**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang

Kampus Unand Limau Manis

Email :febrin@ft.unand.ac.id

Dinas Prasarana Jalan, Tata Ruang dan Permukiman Provinsi Sumatera Barat

Email :egiathari@yahoo.co.id

**Abstract** : Liquefaction is one of the harmful effects of earthquakes. When the earthquake occurred, the soil changes from solid to liquid properties due to cyclic loading are acceptable. Aims of this study to identify the structure of the building to the ground floor of the house for liquefaction soil and analyze the decline caused by the soil and building loads are reviewed by a thick slab used as reinforcement structure. The method used in this research is the analysis of structures using building existing soil data based on test results Cone Penetration Test (CPT). Data were collected through observation, interviews, documentation, and literature which was then analyzed using the software SAP 2000 version 11. From the point of the outside and inside of the building's review showed that the displacement laterally on the column are impaired when given a reinforced concrete slab at the base of the floor and structures become more rigid. In addition, the decline occurring after the building gave the floor plate becomes uniform. This study provides recommendations to the government for consideration in making policy on buildings, especially non-engineering buildings located on the liquefaction ground .

**Keywords:** Earthquake, liquefaction, simple buildings, concrete slab

**Abstrak** :Likuifaksi (*liquefaction*) merupakan salah satu bahaya yang ditimbulkan dari gempa bumi. Pada saat gempa terjadi,tanah mengalami perubahan sifat dari *solid* ke *liquid* akibat beban siklik yang diterima. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur bangunan rumah satu lantai terhadap tanah terlikuifaksi dan menganalisa penurunan yang terjadi akibat tanah dan beban bangunan ditinjau berdasarkan tebal plat lantai yang digunakan sebagai perkuatan struktur. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode analisa struktur dengan menggunakan data tanah eksisting bangunan berdasarkan hasil uji Cone Penetration Test (CPT).Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur yang kemudian dianalisis menggunakan software SAP 2000 versi 11. Dari titik tinjau luar dan dalam bangunan memperlihatkan bahwa perpindahan (*displacement*) lateral pada kolom mengalami penurunan nilai jika diberikan pelat beton bertulang pada dasar lantai dan struktur bangunan menjadi lebih kaku.Disamping itu, penurunan bangunan yang terjadi setelah diberikannya plat lantai menjadi seragam. Penelitian ini memberikan rekomendasi kepada pemerintah agar menjadi pertimbangan dalam membuat kebijakan terhadap bangunan khususnya bangunan *non engineering*( rumah sederhana ) yang berada pada tanah terlikuifaksi.

**Kata Kunci** : GempaBumi, Likuifaksi, Bangunan sederhana, Plat Lantai.

### **PENDAHULUAN**

Sumatera Barat khususnya kota Padang, merupakan daerah yang memiliki potensi sangat besar terhadap gempa. Gempa 30 September 2009 laluberkekuatan 7,6 Skala Richter yang berasal dari lepas pantai daerah Sumatra Barat merupakan kejadian yang menimbulkanbanyakkorbanjiwadahartadi daerah Sumatra Barat khususnya Kota Padang. Akibat dari gempa bumi 2009, terdapatbanyakkerusakanbangunan, dimana

aspek yang paling nyata akibat dari gempa 2009 itu terletak pada struktur tanah. Gempa tersebut tidak hanya menyebabkan runtuhnya dasar laut di Kepulauan Mentawai tetapi juga menyebabkan terjadinyalikuifaksi di hampir sebagian besar daerah di Sumatra Barat khususnya Kota Padang. Berdasarkan informasi yang didapat dari Peneliti Puslit Geoteknologi LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) menyebutkan bahwa wilayahutaraKota Padang mengalami penurunan tanah sekitar 25- 100cm akibat dari likuifaksi.

Likuifaksi sendiri merupakan ancaman bagi kerusakan konstruksi di Kota Padang yang mana dapat diakibatkan oleh kecepatan dan percepatan gempa serta perpindahan permukaan tanah. Potensi dari likuifaksi ini terutama pada lapisan pasir yang jenuh air dengan adanya gaya siklik dinamik (Abdul Hakam, 2013)

Hal ini merupakan ancaman yang sangat mengkhawatirkan, dimana Kota Padang merupakan kota yang cukup sering diguncang gempa baik gempa bumi tektonik maupun gempa bumi vulkanik. Apabila intensitas ini terus meningkat, dapat dipastikan penurunan tanah akibat likuifaksi di Kota Padang ini akan semakin besar (Hendri Gusti Putra dkk, 2009)

Akibat dari gempa yang menyebabkan likuifaksi tersebut seperti gempa 2009, sebagian besar konstruksi bangunan yang ada di daerah Kota Padang ini mengalami penurunan. Untuk mengantisipasi hal ini, diperlukan suatu penelitian tentang konstruksi ban

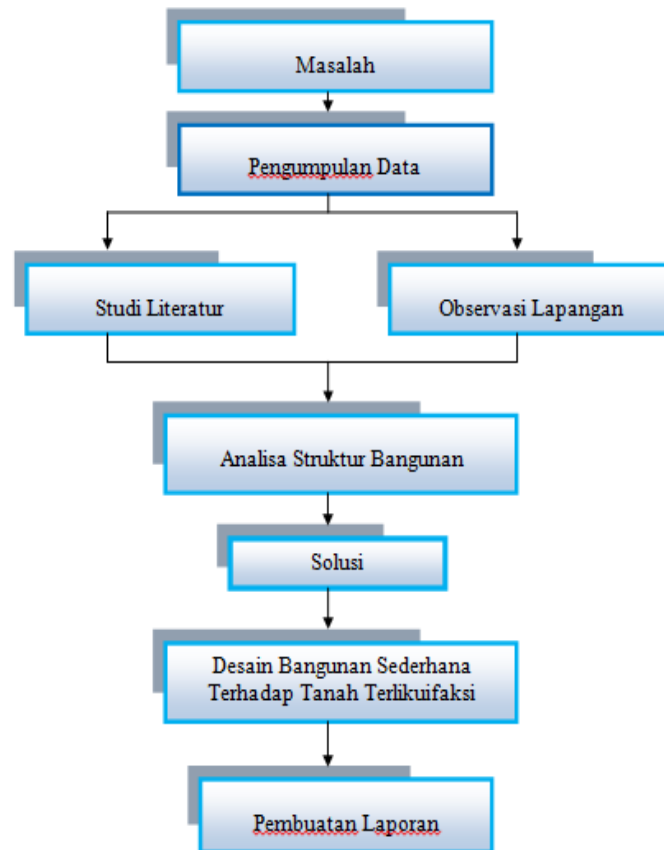
gunan sederhana (1 lantai) yang aman pada daerah berpotensi likuifaksi.

## METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Bangunan yang dijadikan studi kasus adalah salah satu rumah masyarakat yang berada di daerah sekitar Air Tawar Kota Padang, yaitu daerah yang terlikuifaksi pada gempa 2009. Bentuk dan daerah rumah masyarakat yang di analisis dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

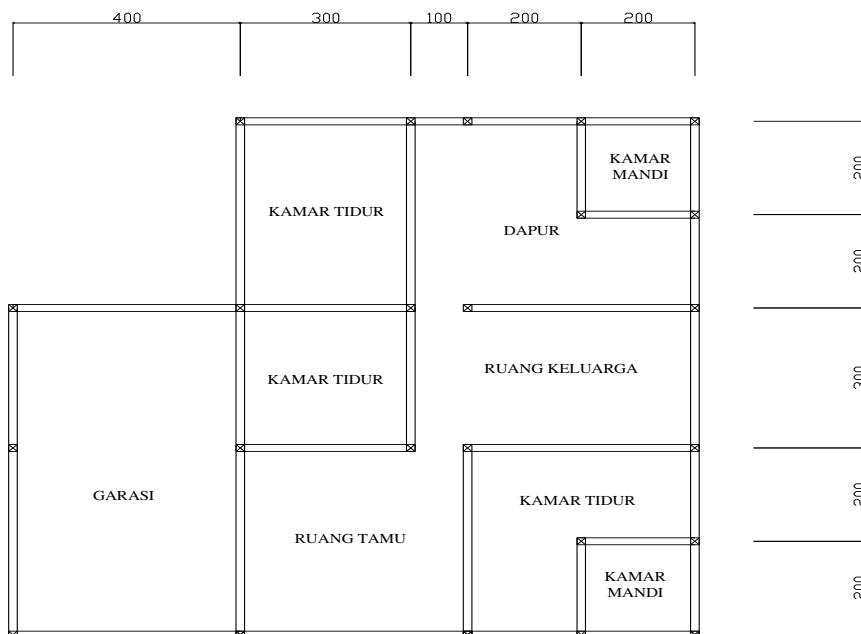
Data umum bangunan ini adalah sebagai berikut:  
 Lokasi: Air Tawar; Fungsi: Rumah tinggal; Jenis bangunan: Beton bertulang dengan dinding bata;  
 Zona Gempa: 5; Panjang Bangunan: 12 meter; Lebar Bangunan: 11 meter; Jumlah Lantai: 1 lantai; Tinggi Bangunan: 3,5 meter; Pondasi: Batu Kali.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Tampak depan rumah masyarakat yang di analisa



Gambar 3. Denah rumah masyarakat yang di analisa

### EVALUASI KONDISI EKSISTING

Evaluasi terhadap bangunan pada tanah terlikuifaksi di anggap menjadi sebuah mekanisme baru bagi permasalahan bangunan baik struktur maupun tanah yang dapat dijadikan acuan pada masa yang akan datang.

Pada dasarnya penurunan bangunan terhadap tanah terlikuifaksi prosesnya hampir sama dengan penur-

unankonsolidasi.

Konsolidasi dapat didefinisikan sebagai keluarnya air pori tanah diikuti dengan berkurangnya volume tanah. Bila orientasi berkurangnya volume tanah adalah arah vertikal, maka yang terjadi adalah penurunan.

Bangunan terlepas dari peran andaristruktur bawa-

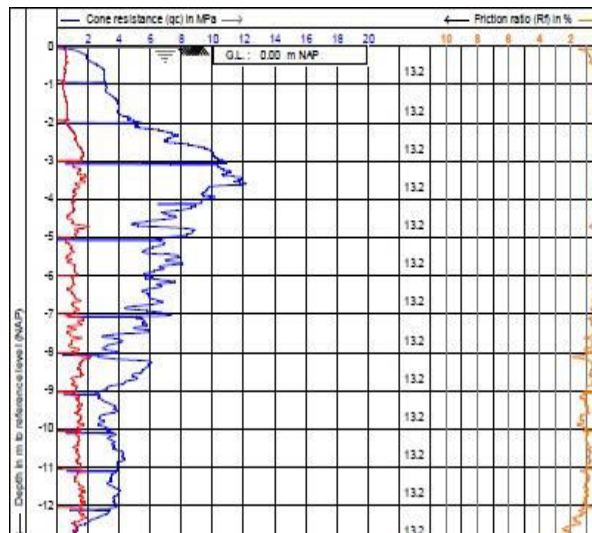
h / tanah. Apabila struktur bawah tidak mampu untuk menom pang beban yang diberikandar struktur atas maka bangunan tersebut akan hancur. Pada kasus ini struktur bawah diambil dari data tanah di sekitar Air Tawar kota Padang, dimana data tanah yang digunakan adalah uji CPT (*Cone Penetration Test*) seperti terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Dari Gambar 6 dan Gambar 7 (Abdul Hakam, 2013) akan didapatkan jenis klasifikasi tanah, yang mana nilai tersebut akan diplotkan ke dalam excel untuk mendapatkan nilai berdasarkan ke dalam

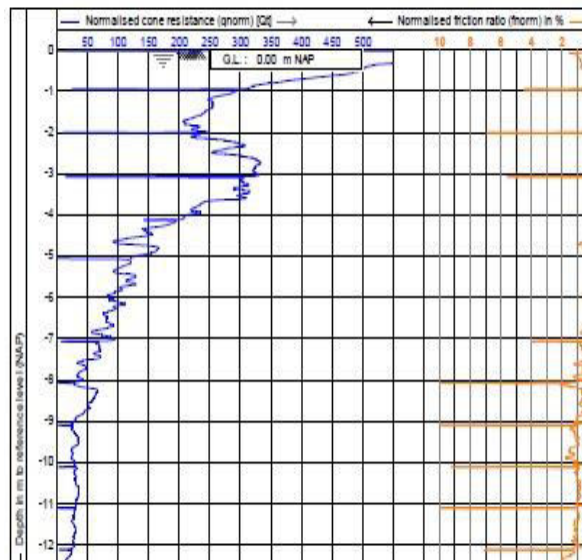
nah. Klasifikasi tanah yang di peroleh dari korelasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Klasifikasi tanah didapatkan dari perbandingan antara *friction ratio (%)* dan *normalized tip resistance*. Setelah diketahui klasifikasi tiap lapisan ke dalam maka tahap selanjutnya mencari  $\gamma_{ds}$ ,  $\gamma_{sat}$ ,  $\nu$ , dan  $E$ .

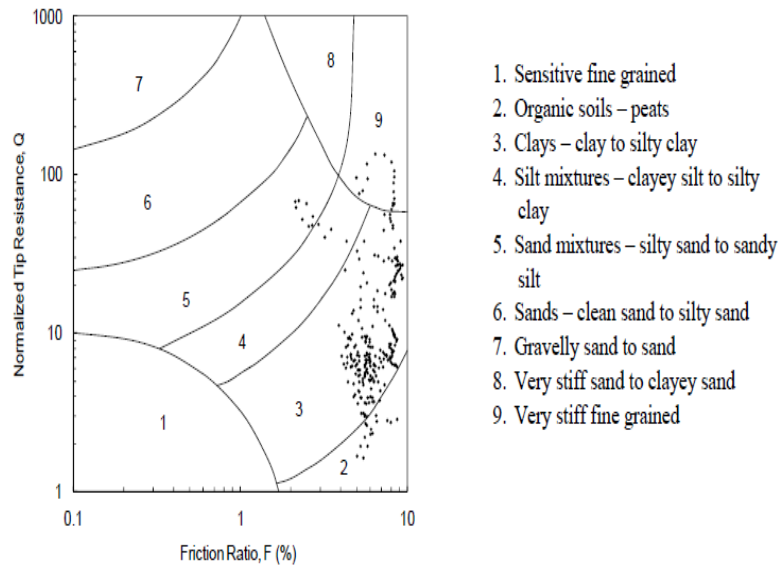
Selanjutnya didapatkan berat volume kering untuk beberapa tipe yang masih dalam keadaan aslid dan nilai  $E$  serta *Poisson Ratio* (Abdul Hakam, 2008). Nilai parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 2.



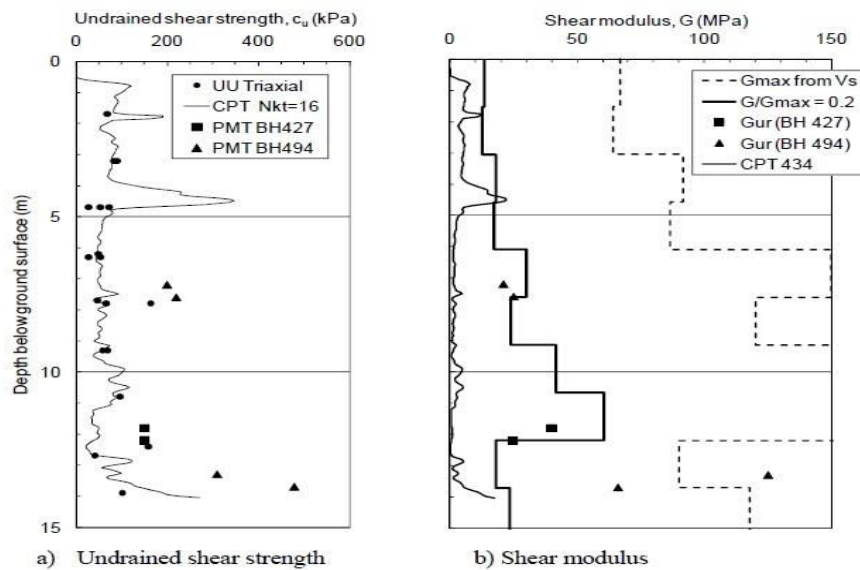
Gambar 4. Cone resistance ( $q_c$ ) in Mpa and Friction ratio ( $R_f$ ) in % (0 - 12 m)



**Gambar5.** Normalised cone resistance ( $q_{norm}$ ) and Friction ratio ( $R_f$ ) in %



**Gambar6.** Plot showing where data falls on the Robertson (1990) classification of soil behavior types.



**Gambar7.** Data klasifikasitanahdariinterpretasi

**Tabel1.** Klasifikasitanahberdasarkankedalaman

Kedalaman	Klasifikasi Tanah
0 – 4 meter	Gravelly sand to sand
4 - 8 meter	Sands – clean sand to silty sand
8 – 12 meter	Sand mixtures – silty sand to sandy

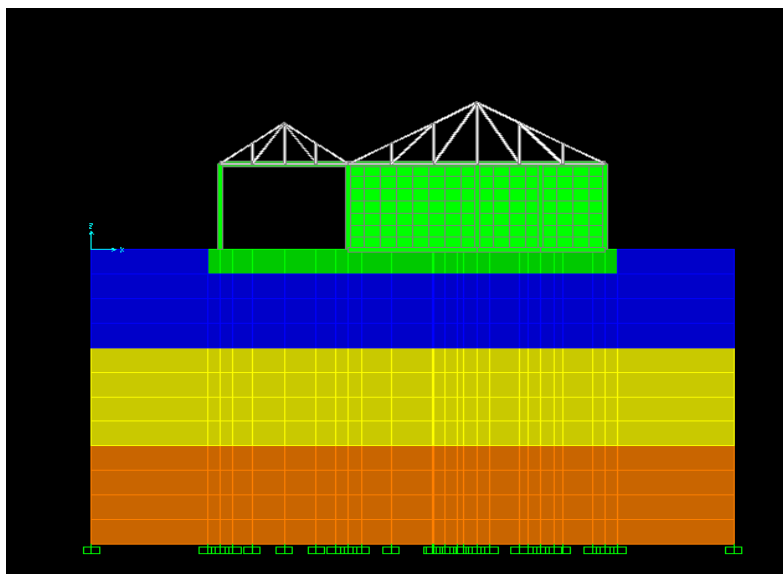
Setelah memperoleh nilai parameter tanah yang diperlukan, data tersebut diinputkan ke program SAP2000.

Hasil permodelan tanah dapat dilihat pada Gambar 8.

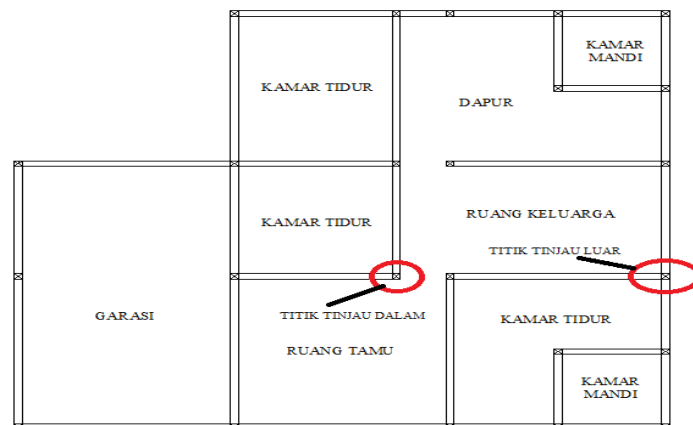
Denah bangunan serta titik tinjau yang pada bangunan dengan analisis menggunakan dianalisa dapat dilihat pada Gambar 9. Besarnya penurunan (Point Displacement) dan Gambar 11.

**Tabel 2.** Nilai Parameter tanah yang di inputkan pada SAP2000

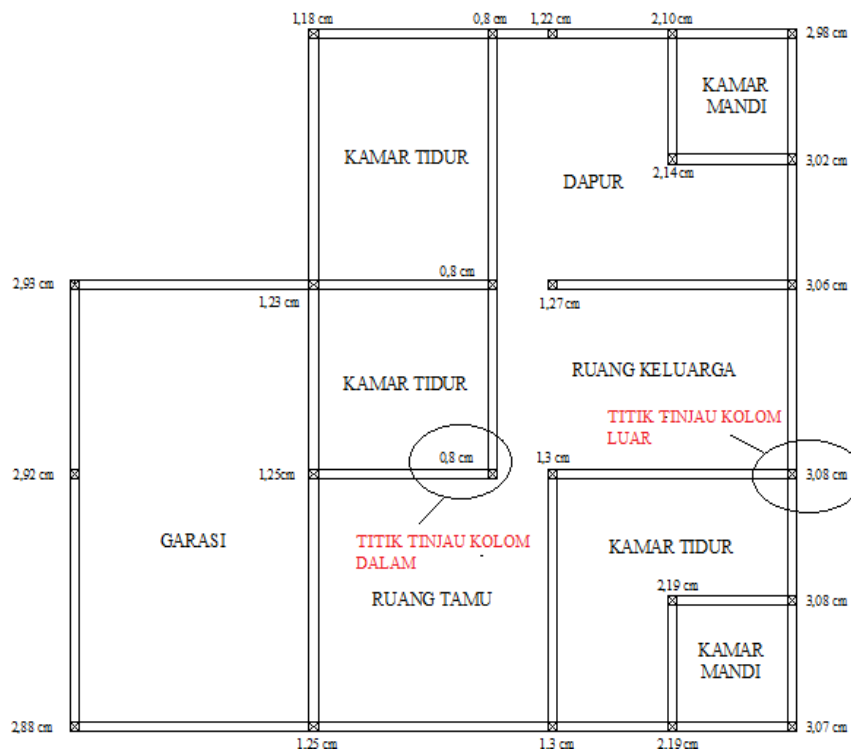
	0 – 4 m	4 – 8 m	8 – 12 m
$\gamma_d$	14,5	16	19
$\gamma_{sat}$	19,167	20	22
E	690 – 1725 kg / cm <sup>2</sup>	130 – 172 kg / cm <sup>2</sup>	103 – 172 kg / cm <sup>2</sup>
$\nu$	0,15 – 0,35	0,2 – 0,4	0,2 – 0,4



**Gambar 8.** Permodelan lapisan tanah yang di inputkan ke SAP2000



**Gambar 9.** Lokasi Titik Tinjau Kolom



Gambar 10. Penurunan Pada Bangunan Eksisting

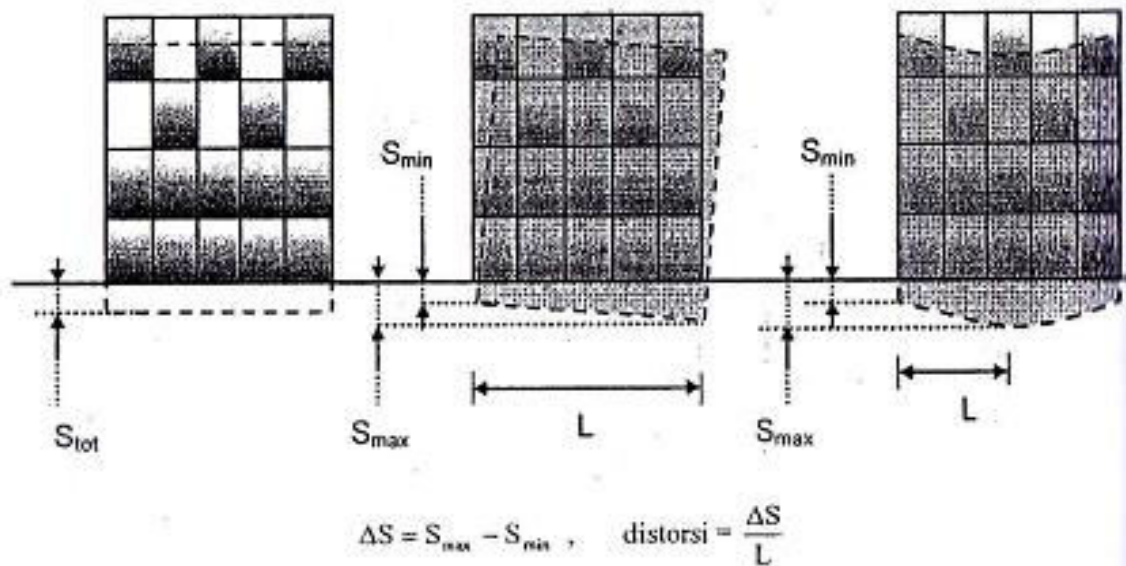


Gambar 11. Tampak Penurunan pada Bangunan Eksisting

Hasil penurunan yang didapat dari hasil SAP2000 menunjukkan bahwa penurunan yang terjadi antar titik tidak lahsama. Dimana pada kasus ini, titik yang ditinjau adalah bagian luar dan dalam bangunan. Pada kolom bagian luar bangunan terjadi penurunan

terbesar yaitu sekitar 3,08 cm sedangkan kolom bagian dalam bangunan terjadi penurunan terkecil sekitar 0,8 cm. Selanjutnya penurunan ini akan ditinjau berdasarkan perkiraan penurunan distorsi yang dapat dilihat pada Gambar 12.





Gambar 12. Perkiraan Penurunan Distorsi Pada Kondisi Eksisting

Nilai distorsi akibat penurunan yang takseragam ini dapat di caridengan menggunakan rumus sebagai berikut (Abdul Hakam, 2008):

$$\text{Distorsi} = \Delta S / L$$

$$\Delta S = S_{max} - S_{min}$$

Keterangan :

$$S_{max} = 3,08 \text{ cm} = 30,8 \text{ mm}$$

$$S_{min} = 0,8 \text{ cm} = 8 \text{ mm}$$

$$L = 12 \text{ m} = 12000 \text{ mm}$$

$$\Delta S = S_{max} - S_{min} = 30,8 \text{ mm} - 8 \text{ mm} = 22,8 \text{ mm}$$

$$\text{Distorsi} = \Delta S / L = 22,8 \text{ mm} / 12000 \text{ mm}$$

Nilai yang di dapat masih masuk dalam nilai batas izin perkiraan terj adinyapenurunan distrosiyaitu 30,8 mm yang beradadalam batasan antara 25 - 50 mm. Sedangkan pada nilai batas rasio distrosi, bangunan tersebut menyatakan bahwa nilai dari 22,8 mm / 12000 mm tersebut masih termasuk dalam batasan nilai aman untuk gedung/ bangunan rumah sederhana tanpa adanya retak. Akan tetapi penurunan yang berbedainipastinya akan berpengaruh terhadap kekuatan struktur.

Untuk itu diperlukan sebuah kekuatan struktur agar penurunan di tiap titik menjadi seragam.

## PERMODELAN STRUKTUR

Hasil evaluasi yang didapat pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa terjadi penurunan bangunan rumah sederhana yang tidak seragam, sehingga diperlukan penguatan bangunan agar penurunan yang terjadi menjadi seragam. Salah satu penguatan yang direkomendasikan adalah dengan memberikan plat beton bertulang pada lantai bangunan.

Penguatan dengan menambahkan struktur plat lantai dilakukan dengan 4 model sebagai berikut: Model 1, bangunan menggunakan plat dengan ketebalan 10 cm, Model 2, bangunan menggunakan plat dengan ketebalan 12 cm, Model 3, bangunan menggunakan plat dengan ketebalan 15 cm, Model 4, bangunan menggunakan plat dengan ketebalan 20 cm

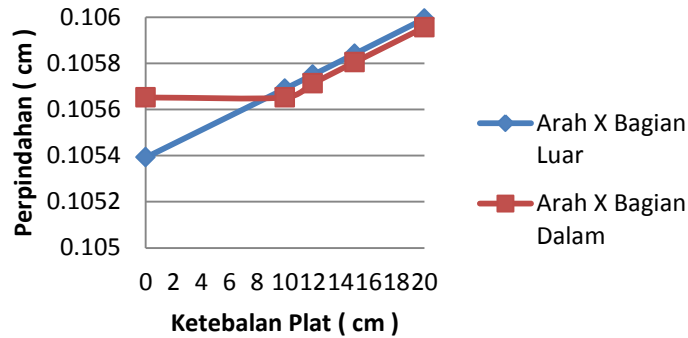
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Displacement Akibat Variasi Ketebalan Plat Lantai

Gambar 13 dan Gambar 14 menunjukkan besarnya perpindahan lateral pada arah X dan Y. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa perpindahan yang terjadi sangat kecil pada keempat model, yang berkisar antara 0,00023 cm hingga 0,0089 cm.

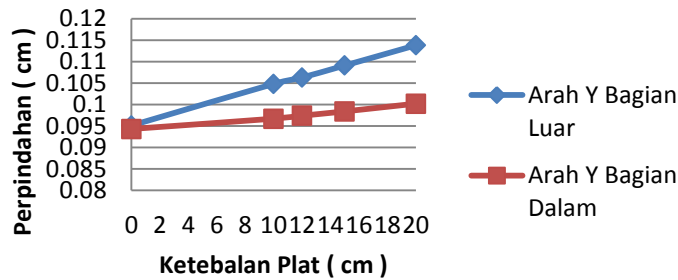


### Displacement Arah X



Gambar 13. Displacement Arah X Akibat Variasi Plat Lantai

### Displacement Arah Y



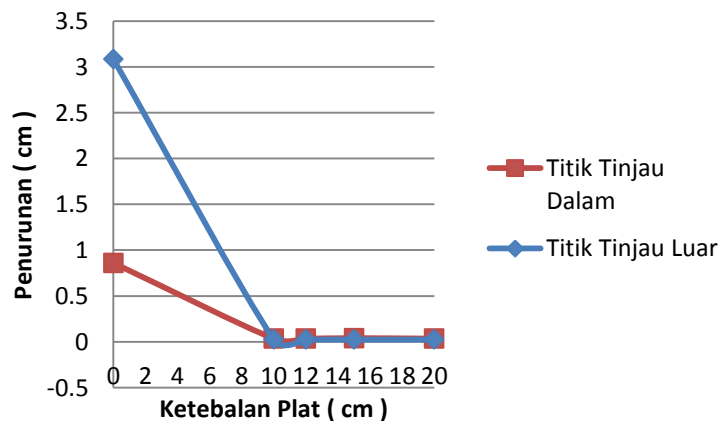
Gambar 14. Displacement Arah Y Akibat Variasi Plat Lantai

#### Penurunan Akibat Variasi ketebalan Plat Lantai

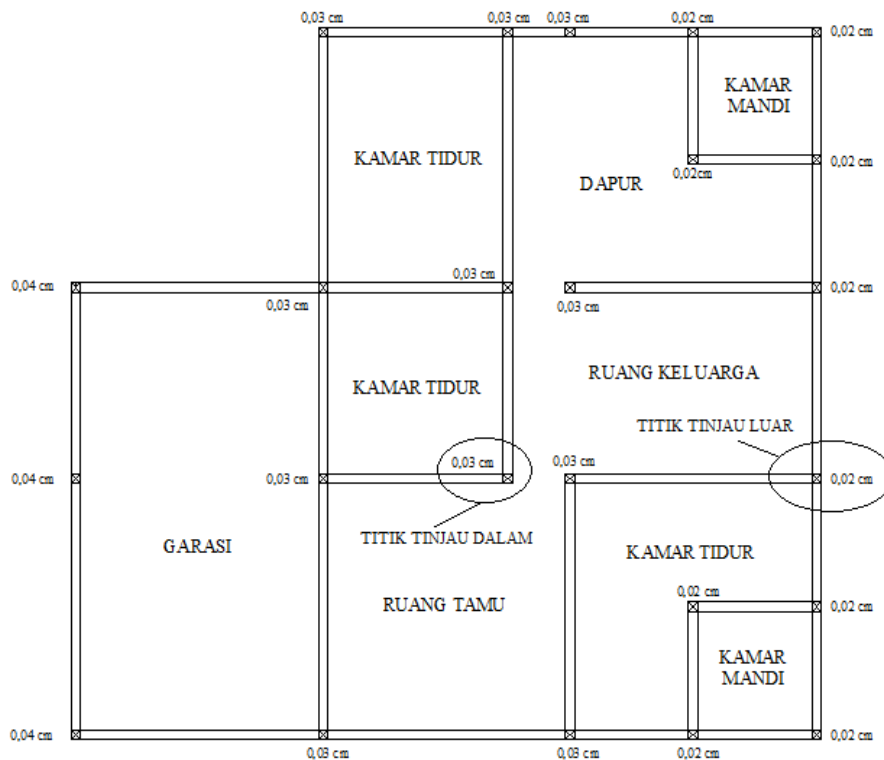
Gambar 15 dan Gambar 16 menunjukkan besarnya penurunan yang terjadi pada keempat model. Dapat dilihat dari gambar bahwa besarnya penuru-

nan yang terjadi sangat berpengaruh pada plat lantai yang diberikan. Penurunan pada kolom bagian luar turun sekitar 3,08 cm dan setelah diberikan plat lantai dengan ketebalan 10 cm penurunan yang terjadi berkurang menjadi 0,0238 cm.

### Penurunan Bangunan



**Gambar 15.** Penurunan Akibat Variasi Plat Lantai



**Gambar 16.** Penurunan Pada Penambahan Plat 10 cm



**Gambar 17.** Penurunan Setelah Diberikannya Plat 10 cm

Dari hasil perbandingan penurunan kondisi eksisting dengan 4 model konfigurasi perkuatan yang direncanakan, maka dipilihlah model 1, yaitu pemberian plat lantai dengan ketebalan 10 cm. Penurunan yang pada awalnya 3,08 cm pada kondisi eksisting dapat

berkurang menjadi 0,0238 cm setelah di berikan plat lantai dengan ketebalan 10 cm (Gambar 17). Dengan penambahan plat lantai pada bangunan yang berada pada tanah terlikuifaksi dapat menjadikan penurunan menjadi seragam dan mencegah terjadinya bahaya guling pada bangunan.

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini didapat kesimpulan sebagai berikut: (1) Likuifaksi pada daerah di Air Tawar kota Padang menyebabkan penurunan yang tidak seragam, (2) Penurunan yang terjadi akibat likuifaksi pada kondisi eksisting terjadi antara 0,8 cm sampai 3,08 cm, dimana penurunan yang paling besar terjadi pada bagian luar bangunan sedangkan penurunan terkecil terjadi di dalam bangunan, (3) Perkuatan struktur yang dipilih pada kasus ini adalah dengan menggunakan plat lantai beton bertulang, (4) Perpindahan dan penurunan pada struktur yang menggunakan plat lantai lebih kecil dibandingkan tanpa menggunakan plat lantai, (4) Dari 4 permodelan variasi plat lantai yang dianalisa, direkomendasikan untuk menggunakan ketebalan plat lantai 10 cm, yang dapat mengurangi penurunan

sekitar 0,02 – 0,04 cm dan membuat penurunan bangunan menjadi seragam sehingga dapat mencegah terjadinya guling pada bangunan.

## DATAR PUSTAKA

- Abdul Hakam, 2008, *Buku Rekayasa Pondasi Jurusan Teknik Sipil*, Universitas Andalas.
- Hendri Gusti Putra, dkk, 2009, *Jurnal Analisa Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data Pengujian Sondir* (Studi Kasus Gor Haji Agus Salim dan Lapai Kota Padang), Padang
- Abdul Hakam, Helmy Darjanto, 2013, *Penelusuran Potensi Likuifaksi Pantai Padang Berdasarkan Gradasi Butiran dan Tahanan Penetrasi Standar*, Institut Teknologi Bandung.