

# PENGARUH PERBEDAAN PENURUNAN PONDASI TERHADAP STRUKTUR GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

Syifa Maiyada<sup>1\*</sup>, Asiya Nurhasanah Habirun<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Bukittinggi. Email: maiyadasyifa@gmail.com

<sup>2</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Bukittinggi.

## ABSTRACT

The UM Sumbar Rectorate Building, aged 33 years, has suffered structural failure due to the cumulative effects of aging and the 2009 Padang earthquake (7.6 Richter scale). A previous study (Adha, 2023 - Phase 1) identified plastic deformation in first-floor columns and reduced capacity in various structural elements, recommending further research before strengthening. This study evaluates structural capacity post-settlement. Foundation simulation is based on limited construction drawings, and ground settlement's impact on structural forces necessitates consideration. Structural loads lead to soil subsidence, affecting internal forces (Yudhi, 2008). The literature review covers settlement risks (Fajarsari, 2022), inter-floor displacement limits, and beam and column design based on flexural and axial load capacities (Subrianto, 2020). Data includes soil testing at 1-meter depth. Settlement data alters axial forces and moments, with post-settlement analyses revealing overstressed beams and columns. Interaction ratio diagrams illustrate column capacity changes. In conclusion, structural loads intensify after settlement, resulting in stressed elements. The building faces extensive damage and collapse risk, mandating comprehensive structural assessment and safety measures before use.

**Keywords:** UM Sumbar Rectorate Building, Structural Load, Interaction Diagram

## ABSTRAK

Gedung Rektorat UM Sumbar yang berusia 33 tahun telah mengalami kegagalan struktural akibat akumulasi penuaan dan gempa Padang tahun 2009 (skala *Richter* 7,6). Studi sebelumnya (Adha, 2023 - Tahap 1) mengidentifikasi *deformasi plastis* pada kolom lantai pertama dan kapasitas berkurang pada berbagai elemen struktural, sehingga merekomendasikan penelitian lebih lanjut sebelum penguatan. Penelitian ini mengevaluasi kapasitas struktural pasca penurunan tanah. Simulasi pondasi didasarkan pada gambar konstruksi yang terbatas, dan dampak penurunan tanah terhadap gaya struktural harus dipertimbangkan. Beban struktural mengakibatkan penurunan tanah, yang mempengaruhi gaya internal (Yudhi, 2008). Studi literatur mencakup risiko penurunan tanah (Fajarsari, 2022), batasan perpindahan antar lantai, dan desain balok dan kolom berdasarkan kapasitas lentur dan aksial (Subrianto, 2020). Data termasuk pengujian tanah pada kedalaman 1 meter. Data penurunan tanah mengubah gaya aksial dan momen, dengan analisis pasca penurunan tanah yang mengungkapkan balok dan kolom yang terbebani berlebihan. Diagram rasio interaksi menggambarkan perubahan kapasitas kolom. Secara kesimpulan, beban struktural meningkat setelah terjadi penurunan tanah, mengakibatkan elemen-elemen yang terbebani berlebihan. Gedung mengalami kerusakan luas dan risiko keruntuhan, sehingga memerlukan penilaian struktural menyeluruh dan langkah-langkah keamanan sebelum penggunaannya.

**Kata Kunci :** Gedung Rektorat UM Sumbar, Beban Struktural, Diagram Interaksi

## 1. PENDAHULUAN

Gedung rektorat UM Sumbar yang berusia 33 tahun telah mengalami kegagalan struktur akibat gempa. Kegagalan struktur tersebut terjadi akibat akumulasi gempa selama bangunan itu berdiri salah satunya adalah gempa besar Padang 30 September 2009 dengan kekuatan 7.6 SR.

Penelitian tahap 1 terhadap kinerja struktur telah dilakukan (Adha, 2023) hasilnya menunjukkan bahwa struktur kolom lantai 1 telah mengalami sendi plastis. Beberapa elemen struktur lainnya mengalami penurunan kapasitas. Pada penelitian tersebut direkomendasikan untuk melakukan penelitian lanjutan sebelum dilaksanakan perkuatan bangunan agar dapat difungsikan kembali. Penelitian lanjutan yang dimaksud antara lain melakukan investigasi tanah dan evaluasi struktur bawah bangunan gedung. Hal tersebut dilakukan karena adanya beberapa indikasi penurunan tanah pada gedung dan bangunan secara keseluruhan telah berdeformasi plastis sebesar  $\pm 10$  cm kearah belakang gedung.

Penelitian ini mengevaluasi kapasitas struktur akibat adanya penurunan tanah. Pondasi disimulasikan menggunakan pondasi telapak. Asumsi ini dilakukan karena tidak ada gambar kerja yang dapat digunakan sebagai acuan. Gaya-gaya dalam pada struktur akan terpengaruh akibat adanya penurunan tanah. Besarnya penurunan tanah yang terjadi harus diinputkan pada evaluasi struktur atas. Akibat beban struktur akan terjadi deformasi berupa penurunan pada tanah, dan penurunan ini akan mempengaruhi/mengubah gaya-gaya dalam pada struktur. Jadi, akibat penurunan tanah harus diinputkan kembali dalam perhitungan gedungnya. (Yudhi, 2008).

## 2. STUDI PUSTAKA

### 2.1 Penurunan (settlement)

Suatu bangunan didukung oleh tanah. Jenis dan karakteristik tanah akan menentukan pemilihan jenis pondasi, menentukan kedalaman dan dimensi, serta kapasitas dukungnya. Jika pondasi memiliki daya dukung yang kecil serta tidak mampu menahan beban, maka akan terjadi penurunan yang dapat membahayakan konstruksi di atasnya. Pemilihan tipe dan bentuk serta menentukan dimensi pondasi harus disesuaikan dengan kondisi tanah pada proyek tersebut serta didasarkan pada beberapa faktor yaitu faktor teknis, ekonomi, serta lingkungan. (Fajarsari, 2022).

### 2.2 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar tingkat desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin, dapat dilihat pada tabel 1:

**Tabel 1. Simpangan Antar Lantai Ijin,  $\Delta$  (Pasal 7.12.1. SNI 03-1726-2012)**

Struktur	Kategori resiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	0,025 $h_{sx}$	0,020 $h_{sx}$	0,015 $h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	0,010 $h_{sx}$	0,010 $h_{sx}$	0,010 $h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007 $h_{sx}$	0,007 $h_{sx}$	0,007 $h_{sx}$
Semua struktur lainnya	0,020 $h_{sx}$	0,015 $h_{sx}$	0,010 $h_{sx}$

dengan :  $h_{sx}$  = tinggi tingkat di bawah tingkat x

### 2.3 Kapasitas Penampang Kolom dan Balok

Analisis dan desain kolom dan balok beton bertulang sangat rumit karena sifat komposit pada materialnya serta mempertimbangkan kombinasi beban lentur dan aksial secara bersamaan. Pada peraturan yang sekarang digunakan di Indonesia, desain kolom dan balok didasarkan pada:

$$\phi M_n > M_u \text{ dan } \phi P_n > P_u$$

dimana:

- $\phi M_n$  = kekuatan lentur rencana,
- $M_u$  = momen lentur terfaktor,
- $\phi P_n$  = kekuatan aksial rencana dan
- $P_u$  = beban aksial terfaktor.

Analisis penampang kolom dan balok pada dasarnya menggunakan sifat kompatibilitas regangan yang bekerja. Karena adanya pembatasan nilai kekuatan tekan dan tarik dari baja tulangan, maka persamaan yang diturunkan akan menjadi kompleks sehingga perhitungan secara manual harus dilakukan satu persatu. Penggunaan diagram interaksi dapat mempermudah pengecekan kekuatan dari kolom dan balok yang bekerja. Dengan cara memberikan beban runtuh dan momen runtuh dari suatu penampang kolom untuk setiap angka eksentrisitas dari nol sampai tak terhingga. Hasil perhitungan dengan menentukan sejumlah eksentrisitas akan memberikan pasangan  $P_n$  dan  $M_n$  yang dapat di plot membentuk suatu diagram yang melingkupi semua jenis keruntuhan yaitu keruntuhan seimbang, tekan dan tarik. Akan tetapi, penggunaan diagram interaksi yang sudah dibuat oleh beberapa pihak hanya dapat digunakan untuk konfigurasi kolom dan balok tertentu. (Subrianto, 2020).

## 3. HASIL, ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Settlement

Uji tanah (uji sondir) telah dilakukan pada dua titik, yaitu pada titik CPT 1 dan CPT 2. Dari dua data tanah tersebut di analisis daya dukung pondasinya yakni pondasi telapak dengan kedalaman 1m. Dari daya dukung tersebut diperoleh nilai *settlement* maksimum yang terjadi yaitu pada CPT 1 dan pada CPT 2.

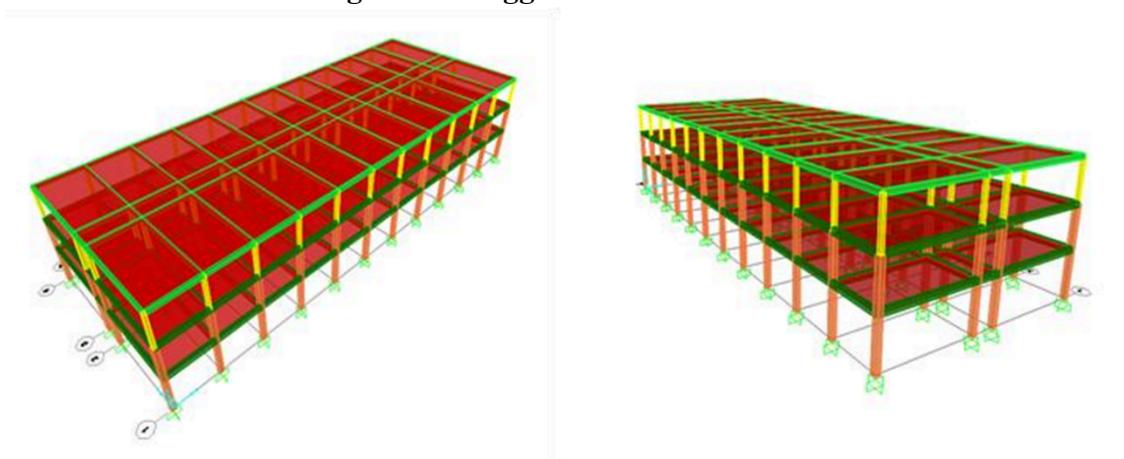
Asas Berdasarkan SNI 8460:2017 dan Meyerhoff menjelaskan bahwa batas penurunan (*settlement*) pada pondasi harus kecil dari 25 mm. Jika didapatkan penurunan besar dari 25 mm, Dikhawatirkan akan berdampak pada struktur atasnya, karena struktur atas biasanya memodelkan pondasi sebagai tumpuan jepit.

**Tabel 2. Nilai *Settlement* Maksimum**

Posisi	Penurunan yang Terjadi (mm)	Penurunan Ijin (mm)	Cek
CPT 1	174	25	NOT OKE
CPT 2	191	25	NOT OKE

Tabel 2 menunjukkan hasil rekapitulasi penurunan (*settlement*) untuk CPT 1 dan CPT 2. Hasilnya menunjukkan bahwa penurunan yang terjadi lebih besar dari penurunan ijin. Dari hasil penurunan ini diinputkan kedalam pemodelan struktur sehingga diperoleh gaya gaya dalam setelah adanya penurunan.

### 3.2 Pemodelan Struktur Bangunan Menggunakan SAP2000



**Gambar 1. Model Struktur 3 Dimensi Gedung Rektorat UM Sumbar**

Untuk dapat mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada Bangunan Gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah Sumatera dilakukanlah pemodelan struktur menggunakan aplikasi SAP2000. Gedung Rektorat UM Sumbar dimodelkan dengan 3 dimensi.

### 3.3 Analisis Gaya Dalam

**Tabel 3. Analisis Gaya Dalam Sebelum dan Setelah *Settlement***

Elemen Struktur	Jenis Gaya Dalam	Gaya-Gaya Dalam		
		Tanpa Settlement	Setelah Settlement	Satuan
Balok B1 25X45	V max (V2)	28,222	-30,242	KN-m
	M max (M3)	-47,032	-52,893	KN
Balok B2 35X55	V max (V2)	161,872	-162,908	KN-m
	M max (M3)	-311,689	-311,721	KN

Kolom K1 30X30	P max (P)	-84,252	-99,947	KN
	V max (V3)	25,076	25,077	KN-m
	M max (M2)	52,263	52,268	KN
Kolom K2 45X45	P max (P)	-1072,032	-1169,854	KN
	V max (V3)	130,109	130,118	KN-m
	M max (M2)	276,355	276,376	KN

Tabel 3 menunjukkan hasil gaya dalam sebelum dan sesudah diinputkan beban *settlement*. Dalam tabel tersebut perubahan yg paling signifikan terjadi pada kolom K2. Pada kolom tersebut sebelum adanya *settlement* didapat p maksimumnya sebesar 1072,032 KN, dan setelah terjadinya *settlement* nilai p maksimumnya naik menjadi 1169,854 KN. P maksimum mengalami kenaikan sebesar 9,125%.

### 3.4 Kapasitas Balok;

Pada peraturan yang sekarang digunakan di Indonesia, desain kolom dan balok didasarkan pada:

$$\phi M_n > M_u \text{ dan } \phi P_n > P_u$$

Rasio kapasitas balok yaitu;

$$M_u/M_n < 1$$

Hasil  $M_n$  (kekuatan lentur rencana) di dapatkan dari analisis menggunakan aplikasi Respon 2000. Dan untuk  $M_u$  (momen lentur terfaktor) dikeluarkan dari hasil analisis gedung menggunakan aplikasi SAP2000.

a. Balok 25x45

69 KNm > 47,032 KNm (Sebelum dimasukkan *settlement*)

69 KNm > 52,893 KNm (Setelah dimasukkan *settlement*)

Rasio Kapasitas

0,681 < 1 (Sebelum dimasukkan *settlement*)

0,766 < 1 (Setelah dimasukkan *settlement*)

Balok 25x45 memiliki besar momen nominal tereduksi 69 KNm. Nilai ini jauh lebih kecil dibandingkan gaya dalam yang bekerja. Serta nilai rasio kapasitasnya kecil dari 1. Ini menandakan bahwa balok 25x45 memenuhi syarat.

b. Balok 35X55

121 KNm < 311,689 KNm (Sebelum dimasukkan *settlement*)

121 KNm < 311,721 KNm (Setelah dimasukkan *settlement*)

Rasio Kapasitas

2,575 > 1 (Sebelum dimasukkan *settlement*)

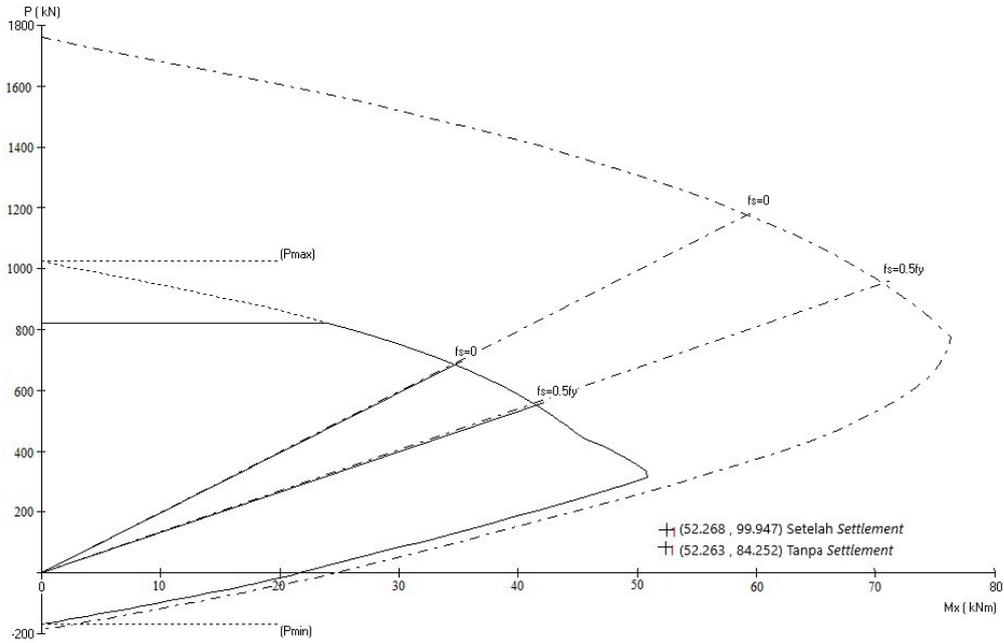
2,576 > 1 (Setelah dimasukkan *settlement*)

Balok 35x55 memiliki besar momen nominal tereduksi 121 KNm. Nilai ini jauh lebih besar dibandingkan gaya dalam yang bekerja. Serta nilai rasio kapasitasnya besar dari 1. Ini menandakan bahwa balok 35x55 tidak memenuhi syarat yang berarti bangunan telah mengalami *overstress*.

### 3.5 Diagram Interaksi

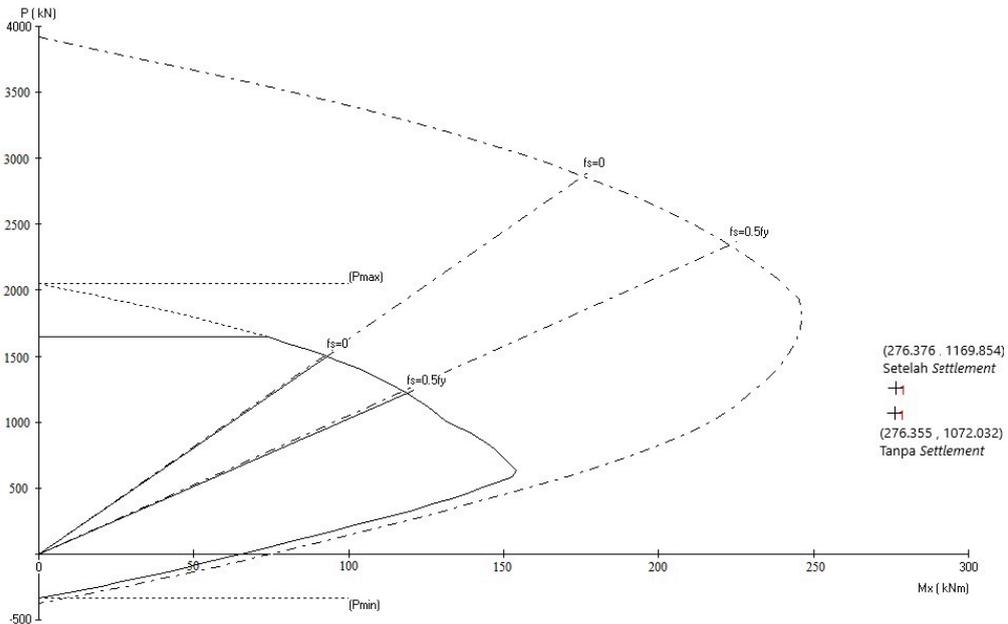
Rasio kapasitas kolom terletak pada diagram berikut;

1. Kolom 30X30 sebelum dan setelah dimasukkan *settlement*.



Gambar 2. Diagram Interaksi Kolom 30X30

2. Kolom 45X45 sebelum dan sesudah dimasukkan *settlement*.



Gambar 3. Diagram Interaksi Kolom 45X45

Gambar diatas menunjukkan diagram interaksi kolom 30x30, setelah di masukkan gaya dalam sebelum dan setelah adanya *settlement* titik pertemuan gaya-gaya dalam tersebut terletak diluar diagram interaksi. Hal ini menandakan bahwa kapasitas penampang kolom tidak sanggup menahan gaya gaya dalam yang bekerja. Hal ini pun terjadi pada kolom 45x45 dimana titik pertemuan gaya dalam berada diluar kapsitas penampang. Sehingga dari hasil analisis dapat diambil kesimpulan bahwa seluruh elemen struktur telah mengalami *overstress*.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut;

1. Setelah terjadi *settlement*, gaya dalam bangunan mengalami peningkatan.
2. Kapasitas balok dan kolom telah mengalami *overstress*.
3. Bangunan telah megalami kerusakan total, jika dipaksakan untuk digunakan akan menghasilkan resiko yang besar, yaitu keruntuhan.

#### 5. SARAN

Demi keamanan gedung perlu dilakukan perbaikan pada gedung, diantaranya:

1. Perlu dilakukan simulasi dengan jenis pondasi lainnya.
2. Jika bangunan masih ingin digunakan, maka hanya lantai 1 yang boleh digunakan.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

Batara, I. (2021). *Contoh desain struktur bangunan dengan SAP2000*.

Mina, E., Indera Kusuma, R., & Prahara Mahardika, E. (2019). Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Berdasarkan Data Standard Penetration Test (Spt) Dan Cone Penetration Test (Cpt)(Studi Kasus : East Cross Taxiway Bandara Internasional Soekarno –Hatta). *Jurnal Fondasi*, 8(2), 130–141.

Ridar, M., & Khatib, A. (2015). Tinjauan Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Sumuran Di Pemuda City Walk Di Jl. Pemuda Pekanbaru Propinsi Riau. *Jurnal Saintis*, 15(1), 81–92.

Soelarso, & Baehaki. (2017). Evaluasi Simpangan Struktur Akibat Penambahan Lantai Dengan Metode Analisis Statik dan Dinamik Response Spectrum (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Dekanat Fakultas Teknik UNTIRTA). *Jurnal Spektran*, 5(2), 88–95.

Subrianto, A., & Firdausa, F. (2020). Evaluasi Kapasitas Penampang Kolom Beton Bertulang Menggunakan Diagram Interaksi. *Politeknik Negeri Sriwijaya ISSN*, 15(01), 2722–2926. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/pilar/index-PILARJURNALTEKNIKSI PILPOLITEKNIKNEGERISRIWIJAYA>

Tjitradi, D., Eliatun, E., & Steven Tjitradi, O. (2021). Pemodelan Penurunan Pondasi Struktur Bangunan di Tanah Lunak Kota Banjarmasin Menggunakan Ansys. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 117–130. <https://doi.org/10.35334/be.v5i2.1964>

Yudhi, L., & Mochtar, I. B. (2008). Pondasi Di Atas Tanah Lunak Dengan Menyertakan

Pengaruh Penurunan Konsolidasi Jangka Panjang. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 2, 160–170.