

INVESTIGASI KERUSAKAN PADA STRUKTUR GEDUNG PLASA TELKOM PADANG SIDEMPUAN

Rachmat Hakiki

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
e-mail: rachmat.hakiki@polsri.ac.id

Abstrak

Investigasi pada gedung Plasa Telkom Padang Sidempuan dilakukan untuk mengetahui kelayakan dan keamanan gedung serta kekuatan strukturnya. Metode yang dilakukan dalam investigasi gedung meliputi survey awal, pengukuran, non-destruktif test, destruktif test dan penyelidikan tanah. Inspeksi visual termasuk mengamati deformasi yang disebabkan oleh kerusakan struktural yaitu dilakukan penyelidikan pada struktur pondasi dan element struktur. Berdasarkan hasil dari investigasi kerusakan pada sruktur gedung Plasa Telkom Padang Sidempuan dan setelah dilakukan analisis ulang terhadap struktur diperoleh mutu beton tidak memenuhi sebagai struktur bangunan tinggi. Pelat lantai mengalami vibrasi terjadi indikasi keretakan pada daerah bentang terpanjang, penulangan hanya 1 lapis, tebal pelat lantai 7 cm dan beton sudah mengalami pelapukan. Balok mengalami lendutan lebih dari 3 cm dimana seluruh elemen balok mengalami retak lentur dan luasan tulangan kurang dan terjadi indikasi keretakan di seluruh balok yang menandakan kurangnya tulangan minimum. Kolom mengalami kemiringan atau simpangan sebesar 4 cm, kemiringan kolom dapat dipengaruhi oleh gempa. Pondasi menggunakan pondasi tapak dari pasangan batu berukuran 120 x 120 cm dan kedalaman 100 cm dimana penggunaan pondasi dalam jangka waktu lama akan mempengaruhi kemiringan bangunan akibat beban gempa akibat pondasi dengan pasangan batu tidak mampu menahan gaya momen.

Kata kunci— Investigasi Gedung, Pemeriksaan Gedung, Kerusakan Struktur

Abstract

Investigations on the Plasa Telkom Padang Sidempuan building were carried out to determine the feasibility and safety of the building as well as the strength of the structure. The methods used in building investigations include initial surveys, measurements, non-destructive tests, destructive tests and soil investigations. Visual inspection includes observing deformations caused by structural damage, namely conducting investigations on the foundation structure and structural elements. Based on the results of the investigation of damage to the structure of the Plasa Telkom Padang Sidempuan building and after a re-analysis of the structure, it was found that the quality of the concrete did not meet the criteria for a tall building structure. The floor slab experiences vibration, there are indications of cracks in the longest span area, only 1 layer of reinforcement, 7 cm thick floor slab and the concrete has weathered. The beam experiences a deflection of more than 3 cm where all beam elements experience flexural cracks and the area of reinforcement is less and there are indications of cracks throughout the beam indicating a lack of minimum reinforcement. The column has a slope or deviation of 4 cm, the column slope can be affected by the earthquake. The foundation uses a tread foundation of stone masonry with a size of 120 x 120 cm and a depth of 100 cm where the use of the foundation for a long time will affect the slope of the building due to earthquake loads due to the foundation with masonry being unable to withstand moment forces.

Keywords— Building Investigation, Building Inspection, Structural Damage

History of article:

Received: 14 Januari 2023, Revised: 5 Juni 2023, Published: 30 Juni 2023

I. PENDAHULUAN

Penyelidikan terhadap Bangunan Gedung Plaza Telkom Padang Sidempuan dilakukan untuk mengetahui kelayakan dan keamanan Bangunan dan segi kekuatan strukturnya. Penyelidikan yang akan dilakukan meliputi penyelidikan lapangan dan laboratorium. Hal ini dilakukan untuk mengetahui Kelayakan dan Keamanan Bangunan struktur eksisting. Disamping itu, penyelidikan ini juga diharapkan dapat memberikan rekomendasi tentang metoda perbaikan atau perkuatan bilamana diperlukan (Janizar, S., dkk, 2020). Audit struktur adalah proses evaluasi kekuatan struktur secara menyeluruh pada struktur eksisting dan biasanya diperlukan pada gedung sebagai berikut:

1. Telah mendekati usia pakai dan akan diperpanjang usia pemakaiannya (khususnya untuk bangunan bersejarah / monumental)
2. Kekuatannya telah berkurang dimakan usia dan cuaca
3. Kekuatan baja tulangan telah berkurang akibat karat
4. Mutu beton dan baja yang digunakan tidak sesuai dengan persyaratan peraturan terkini
5. Telah mengalami berbagai kejadian gempa bumi besar dengan skala ≥ 6 SR
6. Gedung mengalami deformasi (miring, melendut) atau mengalami keretakan
7. Gedung mengalami vibrasi layanan berlebihan (bergoyang pada saat orang berjalan)
8. Kebutuhan audit untuk persyaratan asuransi dan keamanan (*safety*) sesuai kebijakan perusahaan.

Umur bangunan sangat dipengaruhi oleh ada atau tidaknya kerusakan pada bangunan tersebut, karena kinerja bagian-bagian struktur bangunan akan menurun jika terjadi kerusakan. Tahap inspeksi visual untuk mulai menentukan tingkat kerusakan bangunan. Studi ini sangat membantu dalam mendapatkan informasi awal tentang sifat kerusakan dan lokasinya. Selain itu, informasi ini menjadi dasar untuk menentukan langkah deteksi teknis dan alat uji yang sesuai untuk pemeriksaan kerusakan (Ismail, F. A., 2011).

Perbaikan diperlukan untuk mengembalikan masa layan bangunan sehingga dapat berfungsi dengan aman dan nyaman. Saat memperbaiki sistem struktural, fokusnya adalah pada kegunaan dan efektivitas biaya. metode penelitian meliputi Studi lapangan visual, evaluasi tingkat kerusakan bangunan, evaluasi dan penentuan solusi. Penilaian mutu beton dilakukan dengan menggunakan alat *Schmids Hammer dan*

Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) untuk elemen bangunan yang ada (Alkhaly, Y. R. ,2016).

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi pekerjaan Investigasi gedung berlokasi di Gedung Plaza Telkom Jalan Practice Lumumba No. 1, Padang Sidempuan Provinsi Sumatera Utara.



Gambar 1. Lokasi investigasi gedung

B. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam audit struktur untuk mengetahui kelayakan bangunan meliputi survey awal, pengukuran, non-destruktif Test, destruktif test dan penyelidikan tanah.

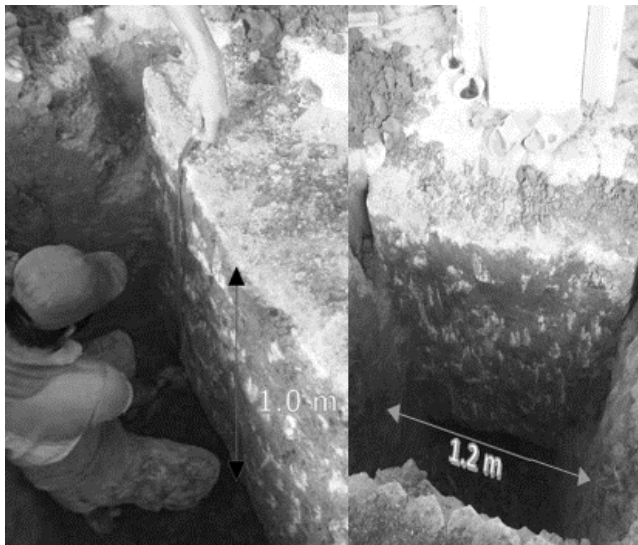
- a. Survey awal visual *checking* untuk menentukan kelayakan struktur untuk dapat diperbaiki dan digunakan kembali yang meliputi tingkat kerusakan, nilai historis dan budaya, kemungkinan diperbaiki dan biaya perbaikan dibandingkan dengan bangun baru.
- b. Pengukuran meliputi pengukuran deformasi dan retakan, pengukuran dimensi struktur dan Pengukuran *settlement*
- c. *Non-Destructive Test (NDT)* meliputi *Schmidt Hammer Rebound Test* untuk kekuatan beton dan *Rebar Scan* untuk jumlah, jarak dan diameter tulangan
- d. *Destructive Test* meliputi *Chipping* untuk mengetahui jumlah, jarak dan diameter tulangan dan *Core Drill Test* untuk mengetahui kekuatan tekan beton aktual
- e. Penyelidikan tanah dan konfirmasi kedalaman pondasi untuk mengetahui kedalaman tanah keras yang dilakukan penggalian terhadap pondasi eksisting untuk mengetahui kedalaman dan dimensi (dilakukan pada pondasi tapak)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penyelidikan Secara Visual

Penyelidikan secara visual meliputi pengamatan deformasi yang terjadi akibat kegagalan struktur. Dalam pengamatan pada Plasa Telkom Padang sidempuan yang terdiri dari 1 (satu) lantai *semi basement* yang berfungsi sebagai area parkir dan 1 (satu) lantai berfungsi sebagai ruang pelayanan, mengalami kegagalan struktur dengan identifikasi awal terjadinya retakan pada struktur balok dan dinding bangunan. Hasil pengamatan dapat dibagi menjadi 2 bagian yakni, peyelidikan struktur pondasi dan element struktur.

a. Struktur Pondasi

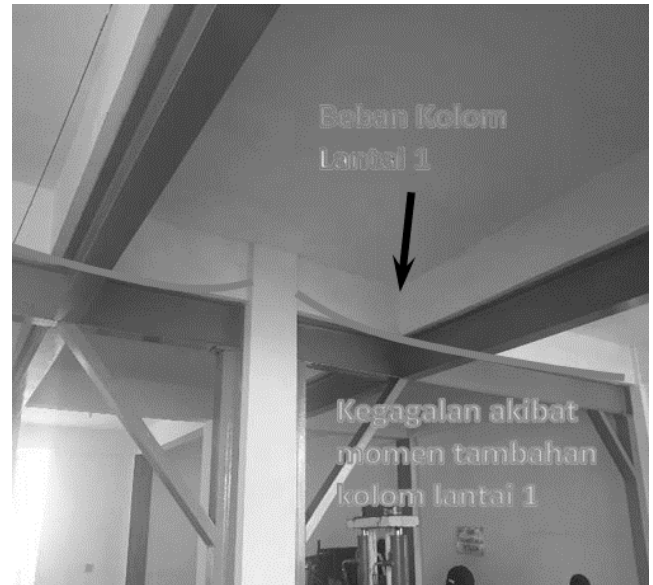


Gambar 2. Penyelidikan struktur pondasi

Dengan melakukan penggalian terhadap pondasi eksisting pondasi tapak dibuat dengan pasangan batu kali. Dari bahan pembentuk pondasi tapak tidak mendukung untuk memikul gaya momen dan geser akibat perlawanan tanah.

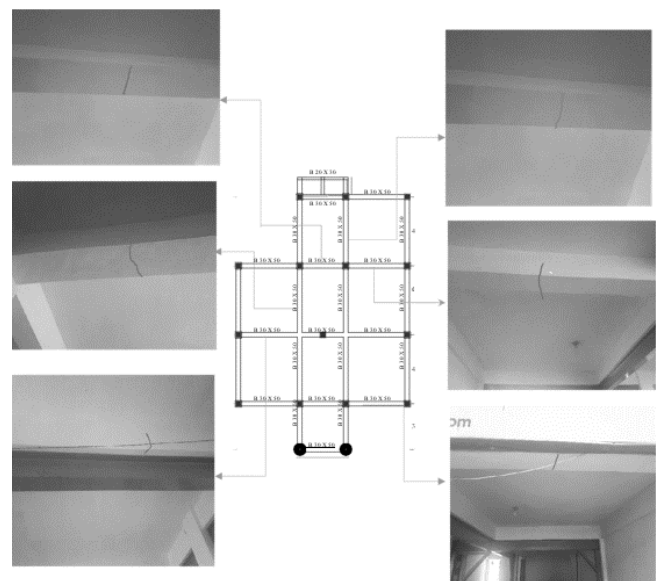
b. Elemen Struktur

Elemen struktur dalam suatu konstruksi gedung merupakan hal penting untuk memikul dan meneruskan beban-beban yang bekerja dari struktur atas sampai ke pondasi Sartika, S., dkk, (2017). Berdasarkan pengamatan secara visual terlihat bagian struktur telah mengalami retak rambut serta pelapukan. Kuantitas retak yang terjadi pada seluruh elemen balok dan dinding akibat kegagalan balok.



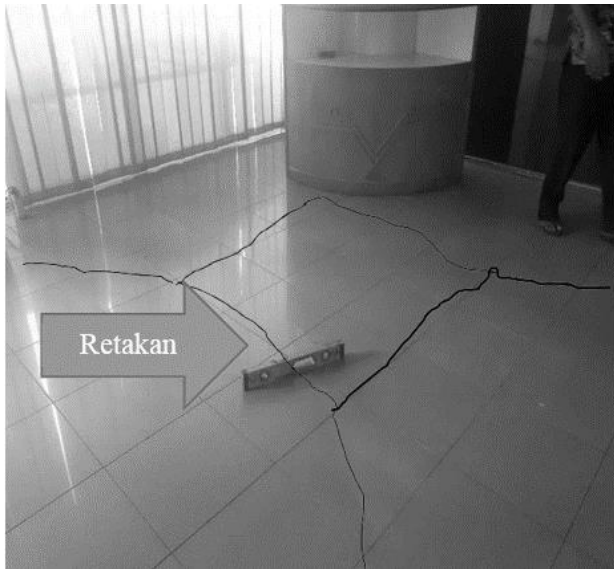
Gambar 3. Kegagalan balok akibat momen dan geser

Dari hasil visual dapat digambarkan bahwa momen yang terjadi akibat beban terpusat yang terjadi akibat beban kolom lantai 1 dan balok melintang



Gambar 4. Visual kegagalan balok akibat momen

Khusus pada struktur lantai, perencanaan elemen pelat lantai tidak kalah pentingnya dengan perencanaan balok, kolom, dan pondasi. Pelat lantai yang tidak direncanakan dengan baik bisa menyebabkan lendutan dan getaran saat ada beban yang bekerja pada pelat tersebut.



Gambar 5. Identifikasi kegagalan pelat lantai



Gambar 6. Tebal pelat lantai

Dari hasil identifikasi lapangan terjadi lendutan vibrasi/getaran pada plat lantai. Dari hasil pengukuran diperlihatkan ketebalan pelat lantai sebesar 7 cm (Gambar 5). Berdasarkan peraturan SNI 03-2847-2002 Pasal 11.5.3.(3).(c) mengatur tebal pelat lantai minimum dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya tidak boleh kurang dari h_{min} , dimana tebal minimum pelat lantai dengan $\alpha_m > 2$

B. Nondestruktif Test

a. Hammer test atau Schmidt Hammer Rebound Test

Pengujian dengan hammer test mengacu pada SNI 03-4430-1997. *British Standards* (BS) mengisyaratkan

pengambilan antara 9 sampai 25 kali pengukuran untuk setiap daerah pengujian seluas maksimum 300 m². Konstruksi atau beton yang diuji dengan menggunakan alat ini dianggap memenuhi syarat, bila hasil evaluasinya mencapaiang ka minimum 80 % dari kuat tekan karakteristik (f^c) yang direncanakan.



Gambar 7. Identifikasi kegagalan pelat lantai

Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan rata-rata beton untuk masing- masing elemen dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

TABEL 1. Kuat tekan terkoreksi dari hasil pengujian dengan *hammer Test*

Komponen Struktur	Kuat Tekan rata-rata(kg/cm ²)	
	K	80%.K
Kolom	161.90	129.52
Balok	176.14	140.91
Pelat	179.63	143.70

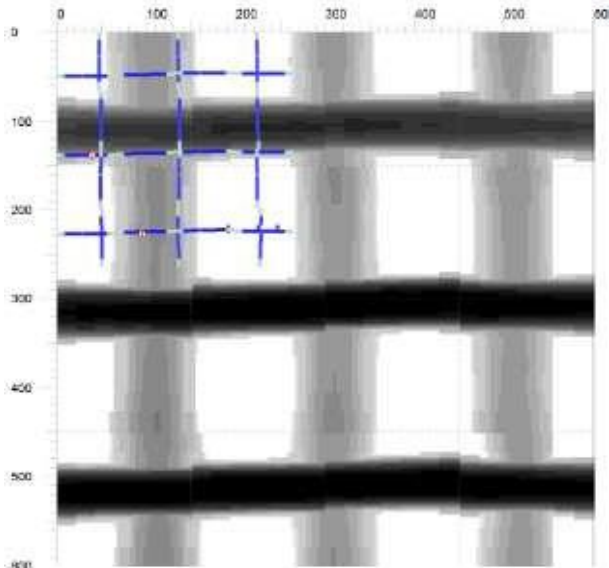
b. Rebar Scan

Teknologi yang digunakan adalah *The pulse-induction method*, dimana metode ini didasarkan pada induksi gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi baja tulangan. *Coil* pada *probe* secara periodik dibebani arus gelombang sehingga menghasilkan medan magnet. Pada permukaan bahan yang konduktif akan menginduksi medan magnet dalam arah yang berlawanan.



Gambar 8. *Rebar Scan* Gedung Plasa Telkom Padang Sidempuan

Perubahan yang dihasilkan dalam tegangan ini yang digunakan untuk pengukuran. Baja tulangan yang lebih dekat dengan probe atau ukuran yang lebih besar akan menghasilkan medan magnet yang kuat. Pemrosesan sinyal selain membantu melokalisasi pembacaan baja tulangan, juga dapat menentukan tebal cover beton dan mengestimasi diameter tulangan. Metode ini tidak dipengaruhi oleh bahan non konduktif seperti beton, kayu, plastik, batu bata, dll. Namun setiap jenis bahan konduktif dalam medan magnet akan memiliki pengaruh pada hasil pengukuran.



Gambar 9. Hasil Pengujian dengan Rebar Scan pada Plat Lantai

C. Destruktif Test

Metoda *coredrill* adalah suatu metoda pengambilan sampel beton pada suatu struktur bangunan. Sampel yang diambil (bentuk silinder) selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian seperti Kuat tekan, Karbonasi dan *pullout test*. Pengujian kuat tekan dari sampel tersebut diatas biasanya lebih dikenal dengan pengujian “compression Test”. Alat uji yang digunakan adalah mesin tekan dengan kapasitas dari 2000 kN sampai dengan 3000 kN.



Gambar 10. *Core Drill test* Gedung Plasa Telkom Padang Sidempuan



Gambar 11. Pengujian sampel *Core Drill* dengan *compression test*

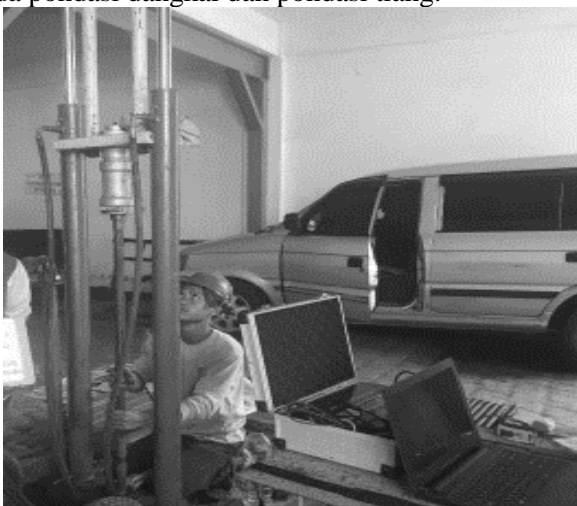
Hasil pengujian dengan menggunakan *core drill* disajikan pada Tabel 2 berikut :

TABEL 2. Hasil Pengujian sampel *Core drill* dengan *compression test*

Komponen Struktur	Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan rata-rata(kg/cm ²)
Balok Sample: Diameter 10 cm Tinggi 15 cm	86,0	129,54
Pelat Lantai	Tidak Memenuhi Syarat Pengujian Sample	

D. Penyelidikan Tanah

Pengujian ini berguna untuk memperoleh nilai variasi kepadatan tanah. Pada tanah pasir sangat padat, tanah berkerikil dan berbatu, penggunaan alat sondir menjadi tidak efektif ketika mengalami kesulitan dalam menembus tanah. Nilai-nilai perlawanan konus (qc) dan tahanan konus diperoleh dari pengujian, dapat dikorelasikan langsung dengan kapasitas dukung tanah pada pondasi dangkal dan pondasi tiang.



Gambar 12. Pengujian Sondir

Hasil pengujian DCPT yang dilaksanakan sebanyak 2 (dua) titik di uraikan dalam Tabel 3.

TABEL 3. Hasil Pengujian CPT pada Masing-masing titik

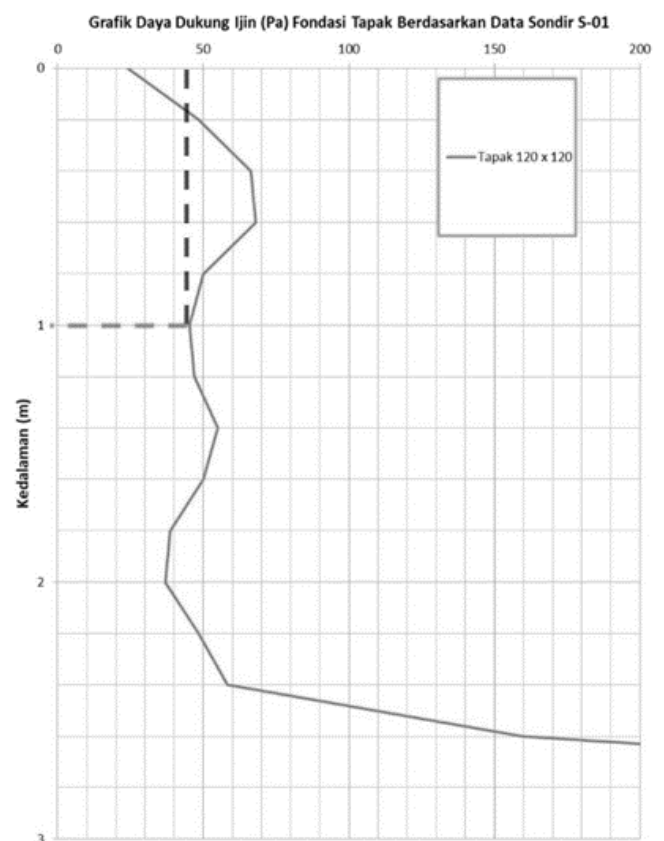
Titik	Kedalaman (m)	Qc (kg/cm ²)	Total Skin friction Max (Tfd)(kg/cm)
S-01	2,80	253	304,8
S-02	3,60	185	195,2

Penentuan daya dukung bagi pondasi adalah dengan mengambil langsung (*directly*) nilai daya dukung ujung konus, qc (cone point resistance. Dalam penentuan daya dukung dari hasil uji DCPT (*dutch cone penetration test*). Persamaan daya dukung untuk pondasi dangkal sebagaiberikut :

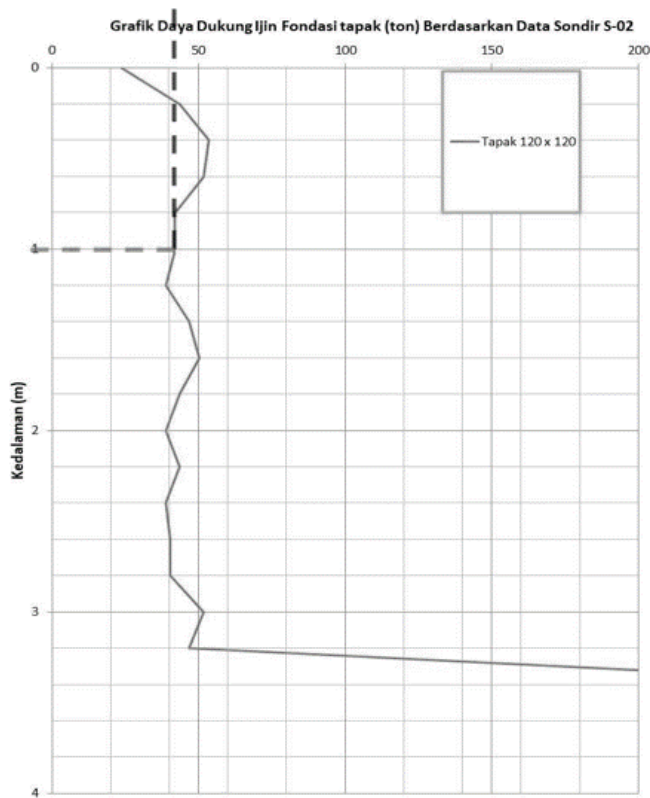
Tanah dengan kohesi (Lempung, Lanau) Pondasi Bujur Sangkar

$$q_{ult} = 5 + 0.34 q \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Dilakukan perhitungan daya dukung pondasi tapak dengan ukuran 120x120 cm untuk titik pengujian sondir dengan faktor keamanan 3 (tiga) dapat dilihat pada gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Grafik Daya Dukung Ijin (Pa) Pondasi Tapak Berdasarkan Data Sondir S-01



Gambar 14. Grafik Daya Dukung Ijin (Pa) Pondasi Tapak Berdasarkan Data Sondir S-02

Perhitungan daya dukung sesuai kedalaman pondasi tapak untuk masing- masing titik pengujian sondir memberikan nilai daya dukung ijin sebesar 40 ton. Namun dari struktur penyusunnya pasangan batu tidak dapat mendukung perlawanan tanah sebesar beban struktur atas.

E. Analisis Struktur

Analisis struktur bangunan Gedung Plasa Telkom dilakukan dengan berbasis elemen hingga (*finite element*) untuk berbagai kombinasi pembebanan yang meliputi beban mati, beban hidup dan beban gempa dengan pemodelan struktur 3-D (*3-D space frame*). Pemodelan struktur dilakukan dengan Program SAP 2000 (*Extended Three Dimensial Analysis of Building System*). Konsep analisa konstruksi didasarkan hasil investigasi dan pengujian material yang dilakukan.

1. Propertis material struktur

Untuk semua elemen struktur kolom, balok dan plat digunakan beton dengan mutu $f_c' = 10$ MPa. Untuk baja tulangan dengan $\phi > 12$ mm digunakan baja

tulangan ulir (*deform*) BJTD 40 dengan tegangan leleh, $f_y = 400$ MPa = 400000 kN/m². Untuk baja tulangan dengan $\phi < 12$ mm digunakan baja tulangan polos BJTP 24 dengan tegangan leleh, $f_y = 240$ MPa = 240000 kN/m²

2. Dimensi Elemen Struktur

TABEL 4. Dimensi Elemen Struktur

Komponen Struktur	Dimensi
Ring Balok	30 cm x 50 cm
Balok	30 cm x 40 cm
Kolom	40 cm x 40 cm
Pelat Lantai	7 cm

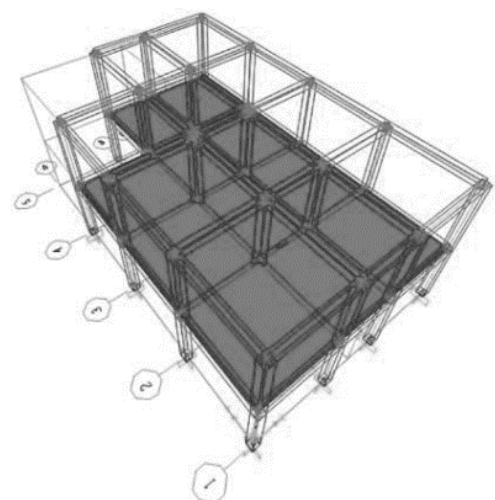
3. Pembebanan

TABEL 5. Pembebanan Struktur

Pembebanan Struktur Atas	
Beban Mati	2,31 kN/m ²
Beban Hidup	2,5 kN/m ²
Pembebanan Pelat Atas	
Beban Mati	2,31 kN/m ²

4. Permodelan Layout Geometri Struktur

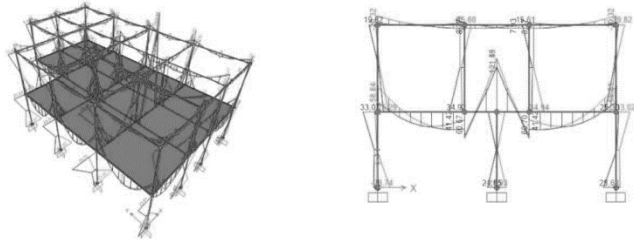
Struktur atas dimodelkan sebagai Portal/Frame kolom balok dengan dinding geser dan pelat lantai sebagai diaphragm untuk menahan gaya lateral (gempa) sedangkan balok dan kolom digunakan untuk menahan beban akibat gaya gravitasi.



Gambar 15. Permodelan Struktur

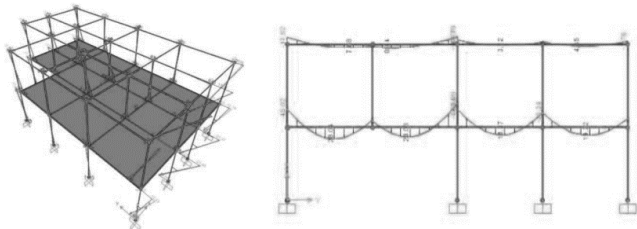
5. Hasil Analisis

Momen akibat gempa arah x dengan metode statik ekuivalen.



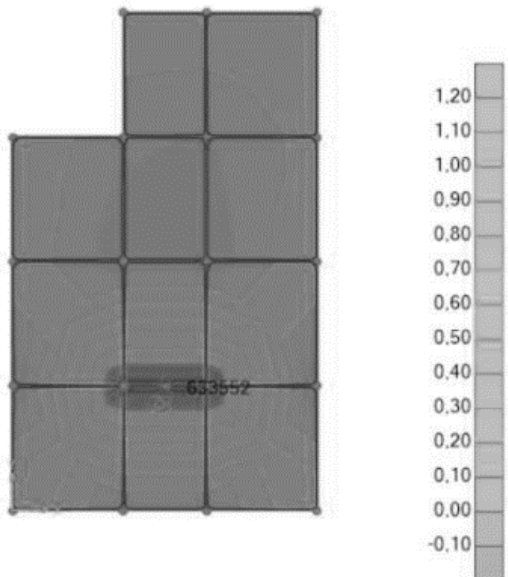
Gambar 16. Momen Gempa arah x dan Momen Maksimum Potongan 2-2

Momen akibat gempa arah y dengan metode statik ekuivalen.



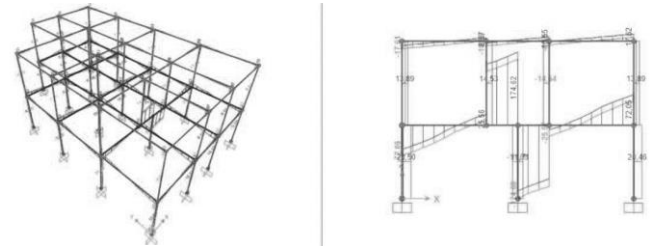
Gambar 17. Momen Gempa arah y dan Momen Maksimum Potongan B-B

Momen maksimum pada pelat

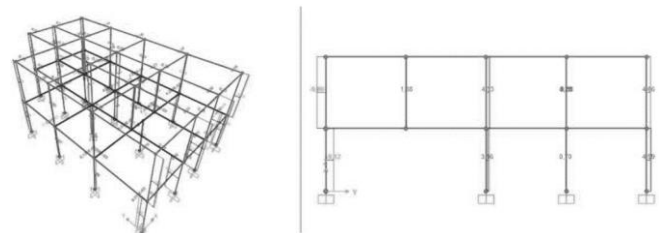


Gambar 18. Momen Maksimum Pelat Lantai

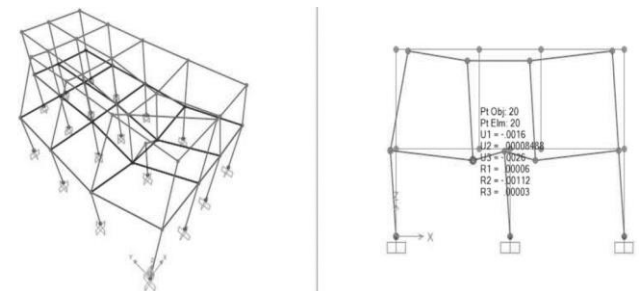
Gaya geser akibat gempa arah x dan y dengan metode statik ekuivalen.



Gambar 19. Gaya Geser arah x dan Gaya Geser Potongan 2-2



Gambar 20. Gaya Geser arah y dan Gaya Geser Potongan B-B



Gambar 21. Deformasi Maksimum

Dari hasil analisis struktur balok mengalami lendutan lebih dari 3 cm dimana seluruh elemen balok mengalami retak lentur dan luasan tulangan kurang. Indikasi keretakan di seluruh balok menandakan kurangnya tulangan minimum, sesuai hasil pengujian mutu beton untuk mengembalikan fungsi gedung tidak dapat dilakukan dengan perkuatan. Kerena perbaikan struktur tidak dijamin menambah kekuatan struktur akibat rendahnya mutu beton dan detailing penulangan yang tidak sesuai. Dari hasil investigasi gedung tidak dapat digunakan / difungsikan baik untuk pelayanan atau aktifitas yang memberikan beban pada struktur lantai 1.

IV KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan Gedung Plasa Telkom, baik berdasarkan data investigasi lapangan maupun setelah dilakukan analisa ulang terhadap struktur diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton rata-rata = 138 Kg/cm² dimana mutu beton tidak memenuhi sebagai struktur bangunan tinggi dimana mutu beton harus > 175 kg/cm²
2. Pelat lantai mengalami vibrasi, indikasi keretakan pada daerah bentang terpanjang, penulangan hanya 1 lapis, tebal pelat lantai 7 cm dan beton sudah mengalami pelapukan. Untuk mengembalikan fungsi gedung, pelat lantai harus mengikuti standar penulangan yaitu 2 lapis dan mutu beton harus > 175 kg/cm²
3. Balok mengalami lendutan lebih dari 3 cm dimana seluruh elemen balok mengalami retak lentur dan luasan tulangan kurang. Indikasi keretakan di seluruh balok menandakan kurangnya tulangan minimum, sesuai hasil pengujian mutu beton untuk mengembalikan fungsi gedung tidak dapat dilakukan dengan perkuatan.
4. Kolom mengalami kemiringan atau simpangan sebesar 4 cm, kemiringan kolom dapat dipengaruhi oleh gempa. Untuk mengembalikan fungsi kolom dapat dengan menggunakan perkuatan/ penambahan dimensi.
5. Pondasi menggunakan pondasi tapak 120 x 120 cm dan kedalaman 100 cm, konstruksi pondasi terdiri dari pasangan batu. Penggunaan pondasi ini dalam jangka waktu lama akan mempengaruhi kemiringan bangunan akibat beban gempa akibat pondasi dengan pasangan batu tidak mampu menahan gaya momen.
6. Dinding mengalami retakan akibat deformasi balok yang diakibatkan tekanan samping tanah pada

dinding basement Untuk penanganan mengikuti pada balok dan dinding basement sebaiknya diganti dengan beton bertulang.

REFERENSI

- Alkhaly, Y. R. (2016). Penilaian kerusakan pada Gedung Kantor Jasa Raharja Lhokseumawe. *Teras Jurnal*, 3(1).
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Hasyim, W. (2016). Investigasi Kerusakan Dan Analisa Keandalan Struktur Atas Gedung Perpustakaan Universitas Wiralodra. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 1(3), 120-131.
- Ismail, F. A. (2011). Identifikasi Kegagalan, Alternatif Perbaikan Dan Perkuatan Pada Struktur Gedung Poltekes Siteba Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 7(1), 11-24.
- Janizar, S., Setiawan, F., & Kurniawan, E. (2020). Pemeriksaan Kelaikan Fungsi Bangunan Gedung Rumah Sakit. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC)*, 1(1), 58-67.
- Purwono, R., dkk. 2007. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2002) Dilengkapi dengan Penjelasan (S-2002). Surabaya: ITS Press.
- Sartika, S., Gunawan, I., & Hisyam, E. S. (2017, June). Analisis Struktur Gedung Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 (Studi Kasus: Gedung C Rumah Sakit Ibu dan Anak "Rona" Pangkalpinang). In *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)* (Vol. 5, No. 1, pp. 57-69).