

**ASESMEN KEKUATAN STRUKTUR PELAT BETON
BERTULANG
(Studi Kasus : Gedung Perkantoran di Jakarta)**

***ASSESSMENT OF STRUCTURAL STRENGTH OF
REINFORCED CONCRETE SLABS
(Case Study : Office Building in Jakarta)***

Raffel Songga*¹

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Trisakti, Jakarta

Email : raffel051001700103@std.trisakti.ac.id

ABSTRAK

Asesmen pada struktur perlu dilakukan pada bangunan yang bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi eksisting bangunan masih dapat menahan beban-beban yang bekerja. Metode yang dilaksanakan yaitu peninjauan secara langsung serta melakukan pengujian hammer test. Berdasarkan hasil pengujian hammer test kuat tekan nominal beton diperoleh sebesar 34,65 MPa dan hasil analisis struktur pelat lantai dapat disimpulkan bahwa pelat lantai eksisting masih mampu menahan momen lentur dan gaya geser dari beban yang bekerja. Namun, harus dilakukan perbaikan keretakan yang terjadi pada elemen pelat lantai dengan menginjeksi epoksi resin dan perbaikan dengan cara grouting maupun penampalan pada keretakan.

Kata kunci : Asesmen, *hammer test*, perbaikan keretakan.

ABSTRACT

Assessment of the structure needs to be carried out on the building which aims to determine whether the existing condition of the building can still withstand the working loads. The method used is direct observation and hammer test testing. Based on the results, the hammer test nominal compressive strength of concrete is 34.65 MPa and the results of the analysis of the floor slab structure can be concluded that the existing floor slab is still able to withstand the bending and shear forces of the working load. However, it is necessary to repair the cracks that occur in the floor slab elements by injecting epoxy resin and repair it by grouting or patching the cracks.

Keywords : Assessment, hammer test, crack repair.

A. PENDAHULUAN

Bangunan adalah tempat yang kita melakukan berbagai aktifitas setiap harinya. Dalam merencanakan dan merancang bangunan harus disesuaikan dengan peraturan yang berlaku di masa tersebut. Perhitungan-perhitungan beban yang direncanakan harus sesuai dengan fungsi bangunan tersebut dan dari berbagai beban tersebut harus memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan.

Bangunan konstruksi beton bertulang pelat

digunakan sebagai tempat yang datar yang berguna untuk memberikan keamanan dan kenyamanan saat melaksanakan aktivitas di atasnya, dari segi struktur pelat merupakan struktur pertama yang menerima beban dan menyalurkannya ke balok ataupun kolom disekitarnya.

Seiring dengan perkembangannya bangunan akan mengalami penurunan kekuatan yang disebabkan oleh berbagai faktor alami maupun faktor kebutuhan lainnya. Bangunan gedung yang sudah dioperasikan cukup lama akan mengalami

penurunan kekuatan bangunan, penurunan kekuatan bangunan tersebut bisa dikarenakan faktor alami atau non alami. Hal ini akan ada kemungkinan struktur akan mengalami dampak terhadap aspek keselamatan, keamanan, dan kenyamanan pengoperasian bangunan gedung.

Salah satu fenomena yang terjadi adalah kerusakan pada pelat lantai struktur hal ini menandakan evaluasi terhadap pelat lantai harus dilakukan sebagai tahap evaluasi dari kekuatan struktur.

B. STUDI PUSTAKA

Asesmen bangunan dibutuhkan terhadap bangunan yang biasanya dilakukan apabila bangunan terindikasi mengalami kerusakan struktur, oleh karena itu kerusakan/pe Salah satu fenomena yang terjadi adalah kerusakan pada pelat lantai struktur hal ini menandakan evaluasi terhadap pelat lantai harus dilakukan sebagai tahap evaluasi dari kekuatan struktur.

Penurunan dapat terdeteksi dengan melakukan asesmen bangunan dan bisa mengambil keputusan yang tepat supaya kerusakan yang terjadi tidak lebih parah. Asesmen bangunan ini mengikuti perkembangan SNI terbaru jadi setiap ada perubahan peraturan maupun 5 tahun sekali harus dilakukan asesmen dengan fungsi bangunan gedung yang telah ditentukan oleh Permen PU nomor 25 Tahun 2007 dan PERGUB DKI Nomor 118 Tahun 2020. Adapun manfaat yang diperoleh dengan adanya asesmen bangunan, ialah :

- (a) Menghemat biaya perbaikan,
- (b) Mengidentifikasi kekuatan bangunan eksisting, dan
- (c) Mengidentifikasi kerusakan bangunan eksisting.

Menurut Winarsih (2010), faktor yang bisa menyebabkan kerusakan bangunan ada berapa faktor, yaitu :

- (a) Faktor usia bangunan,
- (b) Faktor angin,
- (c) Faktor gempa,
- (d) Faktor kesalahan perencanaan, dan

(e) Faktor kesalahan pelaksana.

Retak struktural dapat terjadi karena adanya kesalahan dalam perencanaan atau dikarenakan beban yang melebihi batas layan struktur tersebut sehingga bisa membahayakan bangunan. Retak yang menyebar dari struktur beton bertulang adalah salah satu contoh retak struktural. Pada Tabel 1 merupakan tingkat kerusakan akibat retakan yang dapat dilihat secara visual.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat bahaya struktur akibat retak.

Tingkat	Intensitas	Kerusakan	deformasi
1	Ringan	< 1 mm	Tidak terlihat
2	Sedang	1 – 2 mm	Sedikit
3	Berbahaya	> 2 mm	Sedang
4	Sangat Berbahaya	Retak lebar dimana-mana	Terlihat adanya deformasi

(Sumber : PT. Hesa Laras Cemerlang)

Alat yang membantu untuk melakukan investigasi bangunan baik secara non destructive salah satunya, hammer test adalah merupakan alat bantu yang sering disebut dengan palu beton yang berfungsi untuk mengetahui kuat tekan beton di permukaan.

Cara pengujian schmidt rebound hammer test ini telah diatur dalam SNI 03-4430-20xx metode pengujian elemen struktur beton dengan alat palu beton tipe N dan NR. Hal yang perlu diperhatikan saat melaksanakan pengujian schmidt rebound hammer test yaitu faktor koreksi alat, sudut pengujian alat. Dalam melakukan pengujian terdapat beberapa arah uji sesuai dengan kondisi lapangan.

C. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini, dengan melakukan pengujian *hammer test*, lalu melakukan pengambilan data eksisting bangunan serta melakukan analisis terhadap pelat lantai beton bertulang.

D. PEMBAHASAN

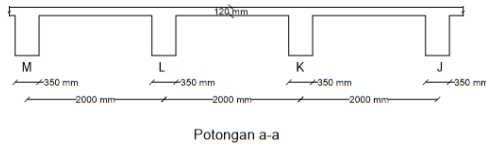
Data – data yang berada pada laporan ini, merupakan data yang didapatkan dengan cara peninjauan langsung di lapangan dengan pengujian non

destructive test (NDT) dengan hammer test.
Kemudian dilengkapi dengan data

– data sekunder dari perencanaan sebelumnya.

Panjang Bentang :

L_y : 6000 mm
 L_x : 2000 mm
Dimensi Balok : 350 x 700 mm
Tebal Pelat : 120 mm



Gambar 1. Potongan a-a

Gambar 1 merupakan potongan a-a dari pelat lantai bangunan.

Untuk mengetahui kekuatan tekan beton pada kondisi eksisting harus dilakukan pengujian hammer test. Pengujian hammer test ini disesuaikan dengan RSNI 4803:20xx. Pada Gambar 2 merupakan pengujian hammer test yang dilakukan di lokasi.



Gambar 2. Pengujian *hammer test*
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2021)

Pada pengujian hammer test ini dilakukan pengujian untuk mengetahui mutu beton aktual dengan total jumlah titik sebanyak 10 titik pada struktur pelat lantai. Berikut merupakan hasil pengujian hammer test diuraikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan mutu beton

Struktur	Mutu Beton Rencana (f'_c)	Mutu Beton Aktual (f'_c)
Gedung Perkantoran	K-225 (18,69 MPa)	34,65 MPa

Rencana analisis pembebanan :

DL : $0,12 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^3 = 2,88 \text{ kN/m}^2$
ADL : $1,5 \text{ kN/m}^2$
LL : $2,4 \text{ kN/m}^2$

Analisis pelat satu arah dilakukan sesuai dengan SNI 2847:2019. Pelat bisa dikatakan

pelat satu arah apabila memenuhi syarat pada SNI 2847:2019 pasal 6.5.1.

Material properties yang digunakan dalam perencanaan pelat satu arah sebagai berikut:

f'_c = 18,69 MPa
 f_y = 240 MPa
 h = 120 mm
cover = 20 mm

L_y = 6000 mm
 L_x = 2000 mm

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{6000}{2000} = 3 \geq 2$$

Jika $\frac{L_y}{L_x} \geq 2$, merupakan pelat satu arah.

$$l_n = 2000 - 350/2 - 350/2 = 1650 \text{ mm}$$

$$W_u = 1,2D + 1,6L$$

$$W_u = 1,2(4,38) + 1,6(2,4) = 9,096 \text{ kN/m}^2$$

Perhitungan Tulangan Lentur Tumpuan L dan K

Pada tumpuan L dan K bangunan eksisting menggunakan tulangan polos dengan diameter sebesar ($d_b = 10 \text{ mm}$) dengan ($A_s d_b = 79 \text{ mm}^2$) dan jarak antar tulangan 150 mm.

$$d = 120 - 20 - \frac{10}{2} = 95 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05(18,69-28)}{7} = 0,9165$$

$$\beta_1 \text{ Max} = 0,85$$

$$\beta_1 \text{ Min} = 0,65$$

Digunakan β_1 sebesar 0,85

Rasio tulangan maksimum

$$\rho_{b \text{ maks}} = 0,75 \times \frac{0,85 f'_c \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{b \text{ maks}} = 0,75 \times \frac{0,85 \times 19 \times 0,85}{240} \left(\frac{600}{600 + 240} \right) = 0,03014$$

Rasio tulangan minimum

$$\rho_{\text{min}} = 0,002$$

Momen lentur di tumpuan L dan K. Untuk mendapat nilai M_u menggunakan metode koefisien momen.

$$C_m = 1/11$$

$$M_u = \frac{1}{11} \times 9,096 \times 1,65^2 = 2,25 \text{ kNm}$$

Luas tulangan maksimum

$$A_s \text{ Maks} = 0,03014 \times 1000 \times 95 =$$

$$2863,47 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan minimum

$$A_s \text{Min} = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{Req} = \frac{0,85 \times 18,69 \times 1000}{240} \left(95 - \sqrt{95^2 - \frac{2,25 \times 10^6}{0,425 \times 18,69 \times 0,9 \times 1000}} \right) = 110,68 \text{ mm}^2$$

Dikarenakan $A_s \text{Req} (110,68 \text{ mm}^2) \leq A_s \text{Min} (240 \text{ mm}^2)$, maka gunakan $A_s \text{Req} = A_s \text{Min}$.

Jumlah tulangan yang dibutuhkan per 1 meter.

$$n = \frac{240}{79} = 3,03$$

Jarak tulangan minimum

$$S = \frac{1000}{3,03} = 329,17 \text{ mm}$$

Dipakai jarak tulangan 150 mm. Syarat jarak tulangan menurut SNI 2847:2019

$$S \leq 3h$$

$$S \leq 450 \text{ mm}$$

Crack control

$$f_s = \frac{2}{3} f_y$$

$$S \leq 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c$$

$$S \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right)$$

Dari syarat-syarat tersebut jarak tulangan 150 mm telah memenuhi syarat.

Luas tulangan yang terpasang ($A_s \text{Prov}$)

$$A_s \text{Prov} = \frac{79 \times 1000}{150} = 527 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{Prov} \leq A_s \text{Maks} \text{ (OK)}$$

$$A_s \text{Prov} \geq A_s \text{Min} \text{ (OK)}$$

$$A_s \text{Prov} \geq A_s \text{Req} \text{ (OK)}$$

Momen nominal

$$\phi M_n = 0,9 \left(d - \frac{A_s f_y}{1,7 f'_{cb}} \right)$$

$$\phi M_n = 0,9 \left(527 \times 240 \left(95 - \frac{527 \times 240}{1,7 \times 18,69 \times 1000} \right) \right) = 10,35 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$10,35 \text{ kNm} > 2,25 \text{ kNm}$$

Jadi, tulangan dengan P10-150 mm mampu menahan momen yang bekerja.

Perhitungan Terhadap Geser

$$V = C_v \times W \times l_n$$

$$V = \frac{1,15}{2} \times 9,096 \times 1,65 = 8,6 \text{ kN}$$

Kekuatan geser nominal yang diperoleh oleh beton.

$$\phi V_c = 0,75 \times 0,17 x \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 0,17 x \sqrt{18,69} \times 1000 \times 95 = 52,36 \text{ kN}$$

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$52,36 \text{ kN} \geq 8,6 \text{ kN}$$

Jadi, kekuatan geser pada pelat dapat menahan gaya akibat geser.

Setelah melakukan perhitungan analisis pelat satu arah, hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Hasil analisis pelat

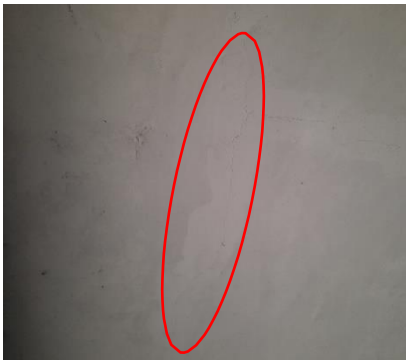
Lokasi	Mu	As Req	Tulangan Terpasang	As Prov	ϕM_n (kNm)
Tumpuan L	2,25	240	P10-150 mm	527	10,35
Lapangan L-K	1,55	240	P10-150 mm	527	10,35
Tumpuan K	2,25	240	P10-150 mm	527	10,35

Pada proses pengujian *hammer test* didapatkan mutu beton 34,65 MPa, dari hasil pengujian tersebut lebih besar dari kekuatan beton rencana yaitu sebesar 18,69 MPa (K-225). Berdasarkan peninjauan dilapangan ditemukan keretakan sekitar 1 mm dan lokasi keretakan terdapat pada *area* tengah bentang, dimana dalam Tabel 1 keretakan dapat diklasifikasikan keretakan sedang. Pada Gambar 3 dibawah ini merupakan peninjauan langsung keadaan eksisting pelat lantai.

$$d = 120 - 20 - \frac{10}{2} = 95 \text{ mm}$$

Koefisien geser

$$C_v = 1,15 \text{ (Pada tumpuan interior)}$$



Gambar 3. Keadaan eksisting pelat lantai
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2021)

Pada objek lainnya terdapat pelat atap bisa dilihat pada Gambar 4 yang memiliki kondisi yang cukup membahayakan, pada peninjauan dilapangan dapat diukur lebar retak menggunakan alat jangka sorong, didapatkan keretakan sekitar 1,09 mm – 1,14 cm. Hal ini mengharuskan adanya perbaikan sesegera mungkin agar tidak membahayakan sekitarnya, salah satu cara untuk memperbaiki dengan cara penambalan atau *grouting* pada komponen yang rusak.



Gambar 3. Keadaan eksisting pelat lantai
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2021)

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada sampel struktur pelat lantai pada bangunan yang berumur kurang lebih 30 tahun, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan konfigurasi tulangan pada pelat P10-150 mm didapatkan momen yang mampu ditopang oleh pelat tersebut sebesar 10,35 kNm hal ini masih dapat menahan momen yang bekerja pada tumpuan L dan K, maupun di tengah bentang L-K. Hasil dari pengecekan

gaya geser pelat rencana didapatkan kuat geser sebesar 52,36 kN lebih besar dari gaya geser yang terjadi yaitu 8,6 kN,

2. Berdasarkan hasil pengujian *hammer test*, didapatkan mutu beton sebesar 36,45 MPa, dan
3. Struktur pelat lantai masih dikategorikan aman. Namun harus ada perbaikan mengenai keretakan yang ada dengan cara menginjeksikan epoksi resin. Pada struktur pelat atap harus dilakukan perbaikan segera dengan cara menambal atau melakukan *grouting* pada pelat tersebut.

REFERENSI

- Aci Committee. (1998). Causes, Evaluation and Repair of Cracks in Concrete Structures, ACI 224.1R-93. *Manual of Concrete Practice*, 1–22.
- Badan Standardisasi Nasional. (2010). RSNI 4803:20xx Metode uji angka pantul beton keras (ASTM C 805-02). Badan Standardisasi Nasional, 1–10.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. Badan Standardisasi Nasional, 8, 254.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019b). SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan. Badan Standardisasi Nasional, 8, 1–695.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Badan Standardisasi Nasional, 8, 1–336.
- Ghafur, A. (2009). Pengaruh penggunaan abu ampas tebu terhadap kuat tekan dan pola retak beton.
- Imran, S. Darmawan, I. Sulaiman, C. Lie, A. (2009). Assessment and Repair/Strengthening of a Settlement Damaged Office Building. *Proceeding of 1st International Conference on Rehabilitation and Maintenance in Civil Engineering (ICRMCE)*.

- Mohamed Abdallah El-Reedy. (2018).
Assessment, evaluation, and repair of
concrete, steel, and offshore
structures. CRC
P
ress.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9780429425455>
- Nur, O. F. (2010). Kajian Eksperimental
Pola Retak Pada Portal Beton
Bertulang Akibat Beban Quasi Cyclic.
Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand),
6(1), 55.
<https://doi.org/10.25077/jrs.6.1.55-66.2010>
- Rezady Munaf. (2003). Diagnosa dan perbaikan
untuk peningkatan kinerja struktur beton,
concrete repair and maintenance (Edisi pert).
Yayasan John Hi-tech Iditama.
- Setiawan, P., Antonius, & Darmayadi, D (2013).
Kemampuan Layan Plat Lantai Eksisting
Ditinjau Dari Aspek Perencanaan Dan Hasil
Pengujian. 8, S-31-S-40.
- Pedoman Teknis Pemeriksaan Berkala Bangunan
Gedung, 1 (2010).
- Winarsih, T. (2010). Asesmen kekuatan struktur
bangunan Gedung. Universitas Sebelas
Maret Surakarta.