

STUDI KETAHANAN ELEMEN STRUKTUR BALOK DAN PELAT GEDUNG PERKANTORAN DENGAN USIA LAYAN 40 TAHUN

ASIYA NURHASANAH HABIRUN

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Email: asiya2021ce@gmail.com

Abstract: *An office building in Gatot Subroto-Central Jakarta has been built since 1974. It is possible that the existing structure of the building has weakened considering that it is more than 40 years old. The stages of the structural strength study include visual inspection, field inspection, and structural analysis based on existing conditions. The condition of the beam elements from visual observations has cracked at several points and the quality of the concrete from the hammer test results ranges from 23.27 MPa to 40.37 MPa. The floor covering has been replaced for 2 (two) times without peeling the original layer, the slab elements have low quality ranging from 10.26 to 19.06 MPa. This condition provides an excess ratio or excess capability to the slab structural elements which results in the reduction of the beam structural elements to withstand the load at several points.*

Keywords : *structural inspections, hammer test, core drill, capacity ratio*

Abstrak: Sebuah gedung perkantoran di Gatot Subroto-Jakarta Pusat telah dibangun sejak tahun 1974. Struktur eksisting bangunan tersebut dimungkinkan telah terjadi perlemahan mengingat usianya telah mencapai lebih dari 40 tahun. Tahapan studi ketahanan elemen struktur meliputi inspeksi visual, inspeksi lapangan, dan analisis struktur berdasarkan kondisi eksisting. Kondisi elemen struktur balok dari pengamatan visual telah mengalami retak di beberapa titik dan mutu beton dari hasil *hammer test* berkisar antara 23,27 MPa sampai 40,37 MPa. Penutup lantai telah diganti sebanyak 2 (dua) kali tanpa mengupas lapisan semula, elemen struktur pelat memiliki mutu rendah berkisar antara 10,26 sampai 19,06 Mpa. Kondisi tersebut memberikan rasio kapasitas berlebih pada elemen struktur pelat yang berdampak pada berkurangnya kemampuan elemen struktur balok menahan beban di beberapa titik.

Kata Kunci : inspeksi struktur, hammer test, core drill, rasio kapasitas

A. Pendahuluan

Salah satu gedung perkantoran 4 lantai di Jl. Gatot Subroto – Jakarta Pusat berdiri sejak tahun 1974. Dengan usia bangunan yang sudah menginjak 40 tahun ini memungkinkan terjadi perlemahan elemen struktur menahan beban. Inspeksi telah dilakukan untuk studi kondisi eksisting gedung pada tahun 2013. Hasil inspeksi visual dan pengujian lapangan memberikan beberapa indikasi perlemahan antara lain, penutup lantai telah diganti 2 (dua) kali tanpa membuang lapisan semula, ditemukan retak lentur arah melintang pada balok, beberapa titik elemen pelat memiliki mutu rendah.

B. Metodologi Penelitian

Analisis struktur dilakukan untuk mengetahui ketahanan struktur eksisting menahann beban yang bekerja. Studi ini difokuskan pada analisis ketahanan elemen struktur balok dan pelat lantai. Hubungan balok – kolom pada joint tidak dibahas, karena keberadaan tulangan dan selimut beton tidak diketahui pada area tersebut.

Data-data seperti mutu beton, mutu baja tulangan, dan data lainnya yang tidak diketahui diasumsikan, karena tidak dilakukan pengujian.

C. Hasil dan Pembahasan

Inspeksi Elemen Struktur Pelat

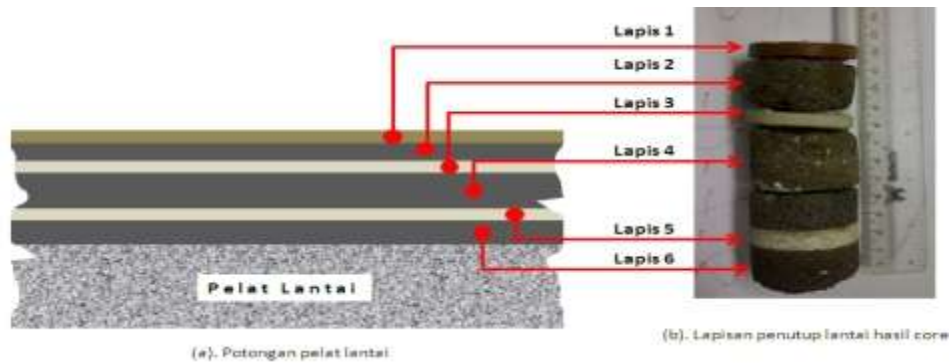
Pengujian pada elemen struktur pelat adalah dengan mengambil sampel beton inti (*core drill*) yang kemudian dilakukan uji tekan di Laboratorium. Pengambilan sampel beton dilakukan di lantai 2, 3, dan 4. Lantai 1 tidak diperlukan beton inti karena struktur langsung menumpu pada tanah. Tabel 1 memperlihatkan hasil pengujian kuat tekan beton inti yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Politeknik Negeri Bandung. Beton inti mempunyai diameter 2 inci atau sekitar 50 mm (Gambar 1) dengan syarat tinggi minimal 1,2 kali diameter. SNI 03-3403-1994 “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti Pemboran”. Pelat lantai 2 memiliki nilai rata-rata kuat tekan beton terkoreksi sebesar 14.8 MPa, lantai 3 sebesar 18.18 MPa, dan lantai 4 hanya mencapai 15.5 MPa. Nilai masih jauh dibawah persyaratan beton struktur yaitu sebesar 20 MPa.



Gambar 1. Hasil uji tekan beton inti (*core drill*) pada elemen struktur pelat

Gambar 2. Benda uji kuat tekan beton inti.

Hasil inspeksi yang ditemukan selain mutu beton yaitu adanya penutup lantai bangunan sudah dilakukan penggantian dua kali dengan ketebalan masing-masing ± 50 mm (total spesi dan keramik). Gambar 3 menunjukkan lapisan pelat lantai diatas permukaan beton ketika dilakukan drilling pengambilan sample pelat lantai. Tebal penutup lantai sekitar 13 cm memiliki 6 lapisan. Lapis 5 dan 6 merupakan lapisan adukan dan penutup lantai eksisting. Lapis 3 dan 4 merupakan lapisan adukan dan penutup lantai pada penggantian pertama dan lapisan sisanya adalah penutup lantai pada penggantian kedua (sekarang). Penggantian penutup lantai tanpa melakukan pembongkaran lantai lama menyebabkan beban mati tambahan (SDL) semakin besar dan akan mengurangi kapasitas daya dukung terhadap beban hidup (LL).

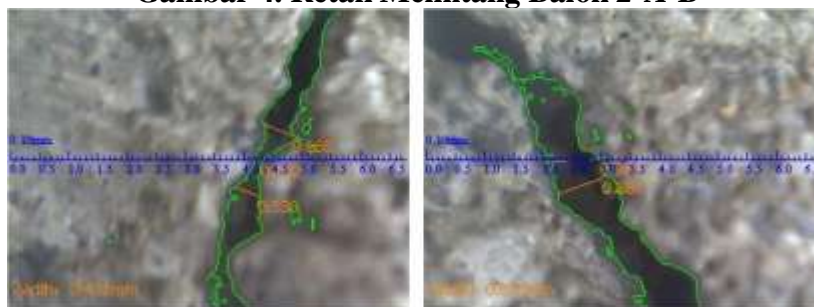


Gambar 3. Potongan pelat lantai dan lapisan penutup lantai hasil core
Inspeksi Elemen Struktur Balok

Inspeksi pada elemen struktur balok meliputi pengamatan visual dan pengujian keseragaman mutu beton. Retak melintang telah terjadi di beberapa titik, salah satunya pada balok 2-A-B lantai 2 yang menyangga lantai 3 (Gambar 4). Lokasi retak berada di sekitar 1/3 bentang balok. Pengukuran lebar retakan dilakukan menggunakan alat *Crack Width Detector* pada balok tersebut (Gambar 4). Retakan yang terjadi mencapai 0,876 mm yang sudah lebih besar dari 0.7 mm sebagai syarat minimum untuk dikategorikan sebagai retak struktural. Artinya, balok tersebut telah mengalami retak akibat lentur berdasarkan hasil pengamatan visual.

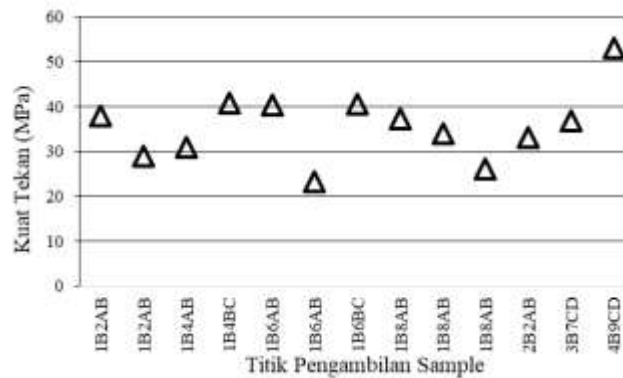


Gambar 4. Retak Melintang Balok 2-A-B



Gambar 5. Hasil scanning retak melintang balok 2-A-B

Keseragaman mutu beton pada elemen struktur balok dilakukan menggunakan alat *Rebound hammer*. Gambar 6 memperlihatkan hasil pengujian keseragaman mutu beton pada elemen struktur balok. Hampir semua elemen struktur khususnya balok mempunyai kualitas beton yang seragam karena setiap pengujian memberikan nilai pukulan yang nilainya tidak jauh dari rata-rata. Hal ini menunjukkan bahwa homogenitas beton cukup baik.



Gambar 6. Hasil Pengujian Hammer Test

Properti material yang digunakan untuk analisis struktur adalah hasil pengujian baik di lapangan maupun di laboratorium. Kondisi beban yang diperhitungkan dalam analisa struktur adalah beban eksisting untuk beban mati dan beban mati superimposed, beban hidup, dan beban gempa, sedangkan geometri struktur mengacu pada gambar rencana yang telah disahkan pada tanggal 10 Maret 1981. Kombinasi pembebanan mengacu pada SNI 03-2847-2002, secara detail beban – beban yang bekerja dijabarkan sebagai berikut.

Beban mati yang bekerja pada struktur ini terdiri dari beban akibat berat sendiri (DL) dan berat akibat beban mati tambahan (SDL). Berikut adalah rincian beban mati yang bekerja pada struktur.

- Berat sendiri pelat lantai (DL) = $0,12 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 288 \text{ kg/m}^2$
- Berat sendiri balok (DL) = $0,8 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 1920 \text{ kg/m}^2$
- Berat plafond (SDL)= 11 kg/m^2
- Berat penggantung langit – langit (SDL)= 7 kg/m^2
- Beban penutup lantai (SDL)
 - Lapis 1 (Keramik teratas $t = \pm 7.5\text{mm}$) = $0,75 \times 24 \text{ kg/m}^2 = 18 \text{ kg/m}^2$
 - Lapis 2 (Adukan $t = \pm 30\text{mm}$) = $3 \times 21 \text{ kg/m}^2 = 63 \text{ kg/m}^2$
 - Lapis 3 (Keramik $t = \pm 6\text{mm}$) = $0,6 \times 24 \text{ kg/m}^2 = 14,4 \text{ kg/m}^2$
 - Lapis 4 (Adukan $t = \pm 50\text{mm}$) = $5 \times 21 \text{ kg/m}^2 = 105 \text{ kg/m}^2$
 - Lapis 5 (Keramik $t = \pm 10\text{mm}$) = $1 \times 24 \text{ kg/m}^2 = 24 \text{ kg/m}^2$
 - Lapis 6 (Adukan $t = \pm 25\text{mm}$) = $2,5 \times 21 \text{ kg/m}^2 = 52,5 \text{ kg/m}^2$

Total beban penutup lantai (SDL)= $276,9 \text{ kg/m}^2$

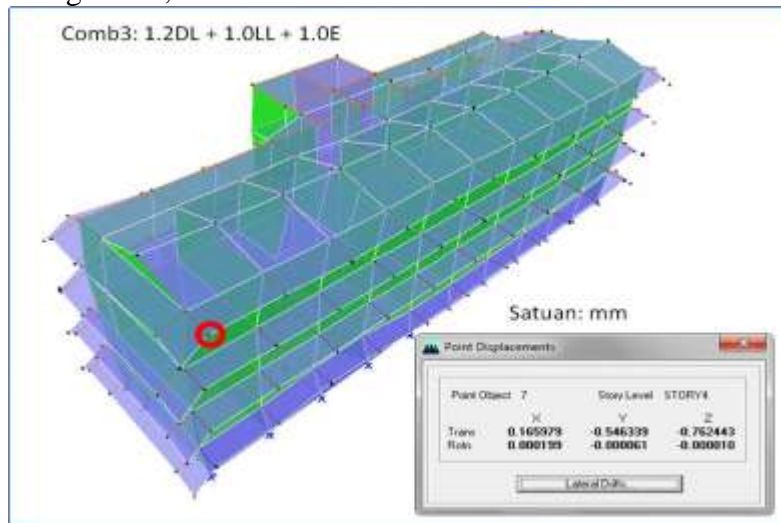
Beban hidup yang bekerja pada elemen struktur pelat gedung adalah sebesar 250 kg/m^2 . Nilai tersebut sudah termasuk perlengkapan ruang sesuai dengan kegunaan dan juga dinding ringan dengan berat tidak lebih dari 100 kg/m^2 . Sedangkan beban hidup yang bekerja pada atap dan canopy adalah sebesar 100 kg/m^2 .

Pembebanan struktur digunakan kombinasi pembebanan untuk mendapatkan pembebanan yang maksimum yang mungkin terjadi pada saat beban bekerja secara individual maupun bersamaan. Konfigurasi kombinasi pembebanan terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Konfigurasi Kombinasi Pembebanan

No	Kombinasi Pembebanan	
1	Combo 1	1,4 DL
2	Combo 2	1,2 DL + 1,6 LL
3	Combo 3	1,2DL + LL + 2,0 EQx + 0,6 Eqy
4	Combo 4	1,2DL + LL + 0,6EQx + 2,0 Eqy

Analisis struktur dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak ETABS Ver. 9.7.2. Struktur ini cukup kaku seperti ditunjukkan oleh Gambar 7 dan Tabel 2 dimana deformasi struktur berdasarkan hasil analisis sangat kecil dengan simpangan lateral maksimum kurang dari 1,00 mm.



Gambar 7. Deformasi struktur dengan beban gempa

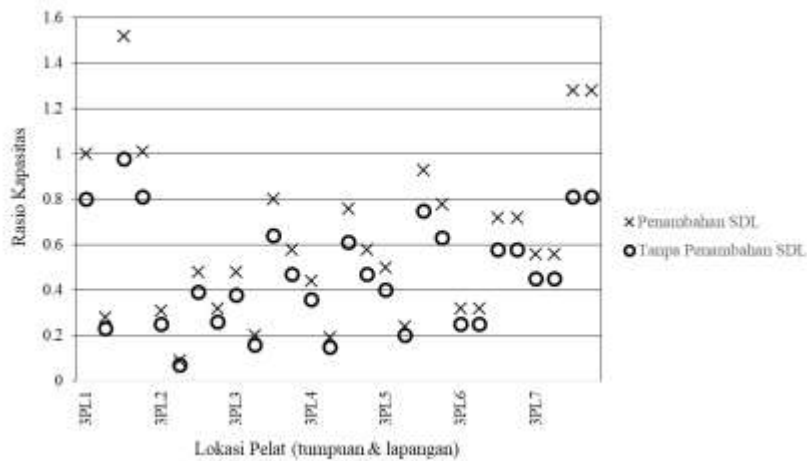
Tabel 2 Simpangan Lantai Maksimum (Comb3)

Simpangan Lantai Maksimum

COMB3: 1.2 DL + 1.0 LL + 1.0 GEMPA-X + 0.3 GEMPA-Y

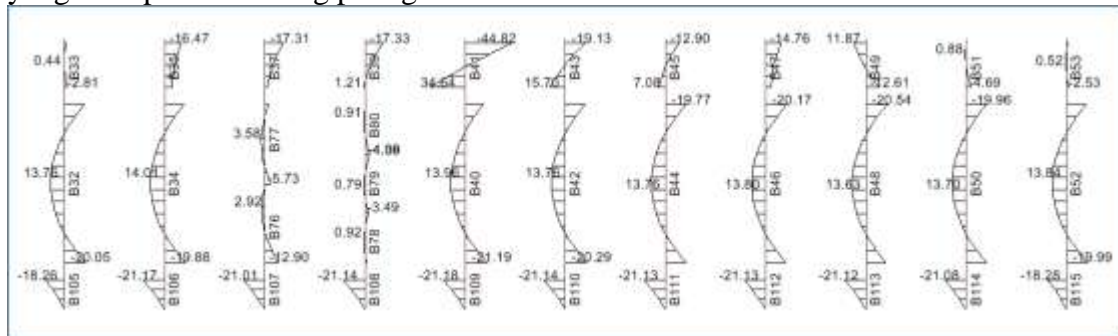
Story	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
STORY4-1	91	8000	3500	17200	0.000246	
STORY4-1	91	8000	3500	17200		0.000047
STORY4	91	8000	3500	16000	0.000087	
STORY4	33	32000	-1500	16000		0.000052
STORY3	79	41500	10750	12000	0.000016	
STORY3	57	32000	12250	12000		0.000051
STORY2	43	40000	0	8000	0.000022	
STORY2	91	8000	3500	8000		0.000051
STORY1	1	0	0	4000	0.00004	

Analisis elemen struktur pelat didasarkan pada gambar rencana dan pemeriksaan di lapangan. Seluruh gaya dalam didasarkan pada beban ultimate $1.2(DL+SDL) + 1.6LL$. Elemen struktur pelat dianalisis hanya terhadap lentur (momen), momen kapasitas selanjutnya dibandingkan dengan momen ultimate. Elemen struktur pelat dengan system cor ditempat (non pracetak) memiliki tebal 120 mm. Hasil analisis elemen struktur pelat didapatkan beberapa lokasi pelat memiliki rasio kapasitas lebih besar dari 1 (satu). Nilai tersebut cukup besar dibandingkan dengan elemen struktur pelat jika tidak dilakukan penambahan beban dari penutup lantai (Gambar 8). Sehingga, Penambahan beban mati tambahan dari penutup lantai yang ditemukan pada hasil *core drill* menjadi salah satu penyebab elemen struktur ini mengalami perlemahan.



Gambar 9. Rasio Kapasitas elemen struktur pelat

Gambar 9 menunjukkan nilai gaya - gaya pada elemen struktur balok yang paling maksimum. Nilai ini diperoleh karena elemen struktur memiliki bentang terpanjang yang merupakan bentang paling kritis.



Gambar 9 Momen Balok Lantai 3 Elevasi +8.00 – kN.mm – Balok 300x800 L=7m

Penambahan lapisan penutup lantai berdampak pada elemen struktur balok dalam menahan beban. Balok utama yang memiliki dimensi penampang 300x800mm dengan bentang 7 meter dianalisis kapasitasnya sebagai balok yang paling kritis. Hasilnya, rasio kapasitas yang dimiliki oleh balok tersebut memberikan hasil yang cukup tinggi yaitu sebesar 2,4. Kondisi tersebut membuat balok telah memasuki tahap retak sampai dengan tegangan elastis. Dengan kata lain balok eksisting harus menahan beban lebih dari 2 kali beban yang seharusnya dipikul. Oleh karenanya retak terjadi pada sekitar 1/3 bentang balok di lapangan merupakan retak yang terjadi akibat lentur.

D. Penutup

Porsi beban mati telah bertambah akibat adanya penutup lantai yang telah diganti sebanyak 2 (dua) kali tanpa membuang lapisan semula. Penambahan porsi beban tersebut berdampak pada melemahnya rasio kapasitas elemen struktur pelat dalam menahan beban. Hasil inspeksi visual menunjukkan beberapa titik elemen struktur balok mengalami retak melintang di 1/3 bentang. Hal tersebut berkaitan dengan penambahan beban pada pelat lantai yang tersalurkan ke elemen struktur balok. Sehingga berdasarkan hasil analisis struktur, balok telah mengalami perlemahan kemampuan menahan beban.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi. 1989. Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung; SNI 03-1726-2002. Jakarta.
- Badan Standarisasi. 1989. Tatacara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung; SNI 03-1727-1989. Jakarta.
- Badan Standarisasi. 2002. Tatacara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung; SNI 03-2847-2002. Jakarta.
- Habirun, Christady, Hary, Andreas Triwiyono, Ignatius Christiawan. 2008. “Evaluasi Kinerja dan Perkuatan Struktur Gedung Guna Alih Fungsi Bangunan”. Forum Teknik Sipil No. XVIII/1-Januari 2008.
- Asiya Nurhasanah. 2014. Laporan Studi Kasus Inspeksi Visual dan Pengujian Lapangan Gedung BNI46 Gatot Subroto – Jakarta Pusat. Bandung
- Imran, Iswandi dan Fajar Hendrik. 2009. Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa. Penerbit ITB. Bandung
- Nawy, Edward G. 1998. Reinforced Concrete – A fundamental Approach (Penerjemah : Ir. Bambang Suryatmono). Penerbit PT. Refika Aditama. Bandung.