

**LAPORAN
PENYELIDIKAN LENDUTAN
BALOK DAN PELAT LANTAI**

PROYEK: PERMATA BANK

LOKASI: GEDUNG BANK PERMATA TOWER II
JL. HAYAM WURUK, JAKARTA - BARAT

MARET 2021

EXECUTIVE SUMMARY

Building audit struktur (pengukuran lendutan) pada bangunan Permata Bank yang berlokasi di Jl. Hayam Wuruk No. 84, Jakarta Barat dilaksanakan tanggal 13 Maret 2021. Tujuan building audit struktur pada gedung ini adalah untuk mengetahui besar lendutan yang terjadi pada balok dan pelat untuk mengetahui apakah masih berada dalam batas lendutan yang di izinkan atau tidak.

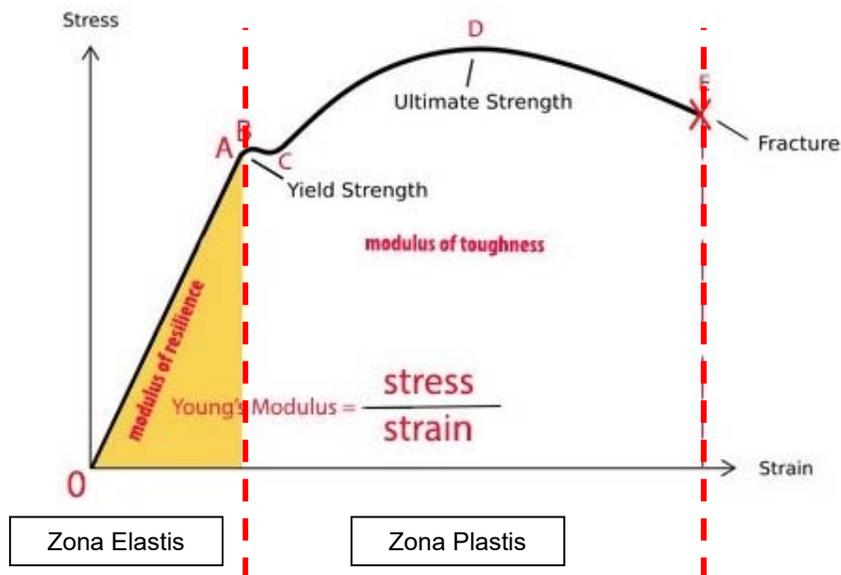
Building audit struktur meliputi pengecekan besar lendutan yang terjadi pada balok dan pelat pada daerah yang sudah ditentukan pada bangunan Bank Permata, yaitu pelat dan balok yang menerima beban dari lantai 5, yang kemudian akan dibandingkan dengan besar lendutan izin yang diatur sesuai Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK-SNI 03-2487-2013.

Pengukuran lendutan menggunakan beberapa peralatan seperti: alat theodolite, tripod, dan mistar ukur. Berikut merupakan hasil pengolahan data pengukuran di lapangan mengenai pengecekan lendutan, baik lendutan balok maupun pelat.

1. LANDASAN TEORI

Beton merupakan material yang memiliki karakteristik kuat tekan yang baik (*compressive strength*) dan kuat tarik yang rendah. Untuk menanggulangi kekurangan dari sifat kuat tarik tersebut, material beton dilengkapi dengan material yang memiliki karakteristik kuat tarik yang baik, seperti baja. Setelah dilengkapi dengan material baja, maka material ini kemudian disebut sebagai beton bertulang (*reinforced concrete*).

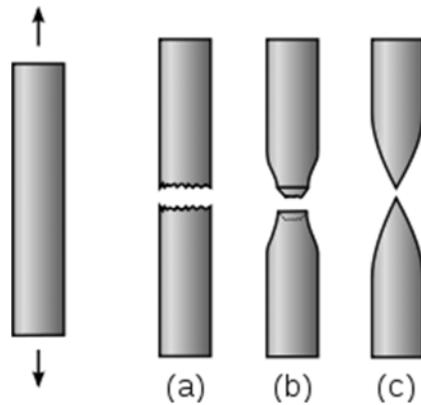
Material baja yang digunakan dalam beton bertulang memiliki elastisitas yang tinggi sehingga ideal untuk memikul beban tarik. Selain itu, material baja yang digunakan dalam konstruksi beton bertulang juga memiliki sifat lainnya, yaitu *ductility* yang baik. *Ductility* merujuk pada sifat dari material untuk berdeformasi sebelum pada akhirnya mencapai kegagalan (*rupture*). Hal ini akan terlihat lebih jelas melalui kurva regangan-tegangan baja (*stress-strain curve*).



Gambar 1 - Diagram Stress-Strain Baja

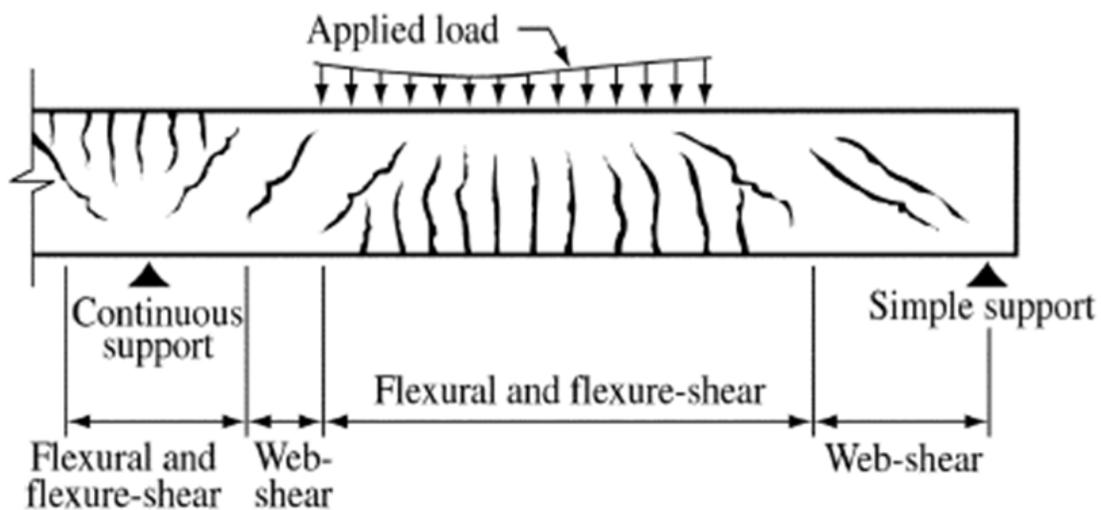
Pada kurva *stress-strain* baja diatas, sumbu Y merupakan besarnya tegangan (*stress*) yang terjadi pada material dan sumbu X merupakan regangan (*strain*) yang terjadi pada material akibat pembebanan. Dalam kondisi elastis, material akan berdeformasi ketika dibebani dan deformasinya akan kembali seluruhnya seperti kondisi semula setelah beban berhenti bekerja pada material tersebut. Kondisi elastis tersebut terlihat pada kurva diatas di titik 0 hingga A.

Setelah material melampaui zona elastis, material mulai memasuki zona plastis dan berada di antara titik A hingga E pada kurva diatas. Pada zona ini, deformasi yang terjadi akibat pembebanan tidak akan kembali seluruhnya walaupun sudah tidak ada beban yang bekerja pada material tersebut. Dengan peningkatan beban yang sedikit saja maka material akan meregang lebih banyak bila dibandingkan dengan fase elastis sebelum pada akhirnya material mengalami *rupture*.



Gambar 2 - Tipe Failure pada Material Baja

Material baja juga memiliki tipe kegagalan yang berbeda-beda, seperti yang terlihat pada ilustrasi diatas. Tipe A merupakan kegagalan yang *brittle* (*force-controlled*) dimana kegagalan terjadi secara mendadak setelah beban melampaui kapasitas materialnya. Tipe B dan C merupakan tipe kegagalan *ductile* dimana kegagalan terjadi setelah material memasuki kondisi plastis dan meregang hingga material mengalami *rupture*. Fenomena *necking* adalah fenomena penyempitan ukuran penampang seiring dengan deformasi *axial* yang terjadi pada material seperti yang terlihat pada ilustrasi diatas.



Gambar 3 – Crack pada Beton Bertulang

Dari ilustrasi diatas, dapat dilihat berbagai tipe *crack* yang dapat terjadi di balok beton. *Flexural* dan *flexure-shear crack* merupakan tipe *crack* yang akan terjadi di sisi beton yang mengalami tarik akibat beban lentur dan ini merupakan tipikal dari desain balok *under-reinforced*. *Web-shear crack* merupakan tipe *crack* yang terjadi di dekat *joint* pertemuan antara balok dan kolom (*joint*) dan umumnya bersifat *brittle* sehingga pada desainnya cenderung memiliki tulangan baja yang lebih banyak.

2. HASIL PERHITUNGAN DATA SURVEY

2.a. Lendutan Global

STASIUN	TTK. No.	Pembacaan Benang (cm)	Pembacaan Sudut				elevasi	Lendutan Global (BM 1) (cm)
		B.Tengah	Vertikal			(cm)		
			'	"	Derajat			
BM	9	167.8	90	0	0	90	0.000	0.000
ST4	8	171.1	90	0	0	90	3.300	3.300
	26	170.8	90	0	0	90	0.300	3.000
ST 3	26	170.9	90	0	0	90	0.000	3.000
	25	173.4	90	0	0	90	2.500	5.500
	5	171.4	90	0	0	90	0.500	3.500
	6	168.5	90	0	0	90	-2.400	0.600
	2	172.8	90	0	0	90	1.900	4.900
ST 2	2	141.4	90	0	0	90	0.000	4.900
	3	137.9	90	0	0	90	-3.500	1.400
ST 1	2	140.4	90	0	0	90	0.000	4.900
	1	140.2	90	0	0	90	-0.200	4.700
	4	141.3	90	0	0	90	0.900	5.800
	7	140.5	90	0	0	90	0.100	5.000
	10	139.7	90	0	0	90	-0.700	4.200
	13	139.2	90	0	0	90	-1.200	3.700
	16	140	90	0	0	90	-0.400	4.500
ST 5	9	168.1	90	0	0	90	0.000	0.000
	27	171.5	90	0	0	90	3.400	3.400
ST 6	9	164.4	90	0	0	90	0.000	0.000
	11	168.1	90	0	0	90	3.700	3.700
	12	164.9	90	0	0	90	0.500	0.500
	15	164.7	90	0	0	90	0.300	0.300
	18	165.7	90	0	0	90	1.300	1.300
ST 7	15	164.8	90	0	0	90	0.000	0.300
	28	168.7	90	0	0	90	3.900	4.200
ST 7A	15	164.6	90	0	0	90	0.000	0.300
	14	167.6	90	0	0	90	3.000	3.300
ST 8	15	164.8	90	0	0	90	0.000	0.300
	29	169	90	0	0	90	4.200	4.500
ST 9	18	165	90	0	0	90	0.000	1.300
	17	168	90	0	0	90	3.000	4.300
	30	168.2	90	0	0	90	3.200	4.500
ST 10	19	139.7	90	0	0	90	0.000	3.700
	20	138.5	90	0	0	90	-1.200	2.500
ST 11	20	171	90	0	0	90	0.000	2.500
	21	169.5	90	0	0	90	-1.500	1.000
ST 12	20	170.3	90	0	0	90	0.000	2.500
	24	171.3	90	0	0	90	1.000	3.500
	23	170.1	90	0	0	90	-0.200	2.300
	31	170.6	90	0	0	90	0.300	2.800

2.b. Lendutan Lokal Balok

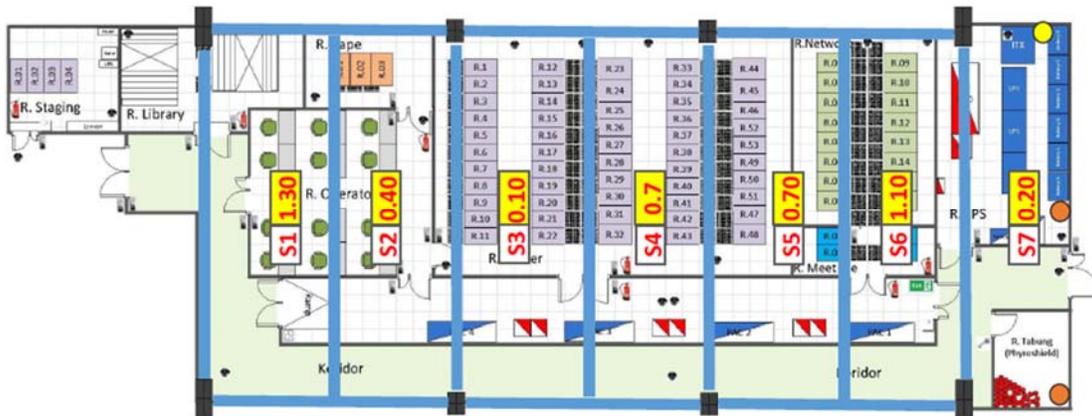
BALOK	PANJANG BALOK (m)	TTK. Diarah	Pembacaan Benang (cm)	Pembacaan Sudut				Lendutan Balok (cm)	Batas Lendutan (L/240) (cm)	Keterangan
			LENDUTAN GLOBAL	Vertikal						
				'	"	Derajat				
B1	12	1	4.70	90	0	0	90	1.85	5.00	OK
			4.90	90	0	0	90			
			1.40	90	0	0	90			
B2	13.2	4	5.80	90	0	0	90	0.30	5.50	OK
			3.50	90	0	0	90			
			0.60	90	0	0	90			
B3	12.45	7	5.00	90	0	0	90	0.80	5.19	OK
			3.30	90	0	0	90			
			0.00	90	0	0	90			
B4	13.2	10	4.20	90	0	0	90	1.35	5.50	OK
			3.70	90	0	0	90			
			0.50	90	0	0	90			
B5	12.45	13	3.70	90	0	0	90	1.30	5.19	OK
			3.30	90	0	0	90			
			0.30	90	0	0	90			
B6	13.2	16	4.50	90	0	0	90	1.40	5.50	OK
			4.30	90	0	0	90			
			1.30	90	0	0	90			
B7	12	19	3.70	90	0	0	90	0.15	5.00	OK
			2.50	90	0	0	90			
			1.00	90	0	0	90			
B8	8.4	1	4.70	90	0	0	90	0.95	3.50	OK
			5.80	90	0	0	90			
			5.00	90	0	0	90			
B9	8.4	3	1.40	90	0	0	90	0.10	3.50	OK
			0.60	90	0	0	90			
			0.00	90	0	0	90			
B10	8.4	7	5.00	90	0	0	90	0.15	3.50	OK
			4.20	90	0	0	90			
			3.70	90	0	0	90			
B11	8.4	9	0.00	90	0	0	90	0.35	3.50	OK
			0.50	90	0	0	90			
			0.30	90	0	0	90			
B12	8.4	13	3.70	90	0	0	90	0.80	3.50	OK
			4.50	90	0	0	90			
			3.70	90	0	0	90			
B13	8.4	15	0.30	90	0	0	90	0.65	3.50	OK
			1.30	90	0	0	90			
			1.00	90	0	0	90			



Gambar 5 - Lendutan Balok

2.c. Lendutan Lokal Pelat

PELAT	LEBAR PELAT (m)	TTK. Diarah	Pembacaan Benang (cm)	Pembacaan Sudut				Lendutan (cm)	Batas Lendutan (L/240) (cm)	Keterangan
			LENDUTAN GLOBAL	Vertikal			Derajat			
S1	4.2	2	4.9	90	0	0	90	1.3	1.75	OK
		25	5.5	90	0	0	90			
		5	3.5	90	0	0	90			
S2	4.2	5	3.5	90	0	0	90	0.4	1.75	OK
		26	3	90	0	0	90			
		8	3.3	90	0	0	90			
S3	4.2	8	3.3	90	0	0	90	0.1	1.75	OK
		27	3.4	90	0	0	90			
		11	3.7	90	0	0	90			
S4	4.2	11	3.7	90	0	0	90	0.7	1.75	OK
		28	4.2	90	0	0	90			
		14	3.3	90	0	0	90			
S5	4.2	14	3.3	90	0	0	90	0.7	1.75	OK
		29	4.5	90	0	0	90			
		17	4.3	90	0	0	90			
S6	4.2	17	4.3	90	0	0	90	1.1	1.75	OK
		30	4.5	90	0	0	90			
		20	2.5	90	0	0	90			
S7	3.3	20	2.5	90	0	0	90	0.2	1.38	OK
		31	2.8	90	0	0	90			
		24	3.5	90	0	0	90			

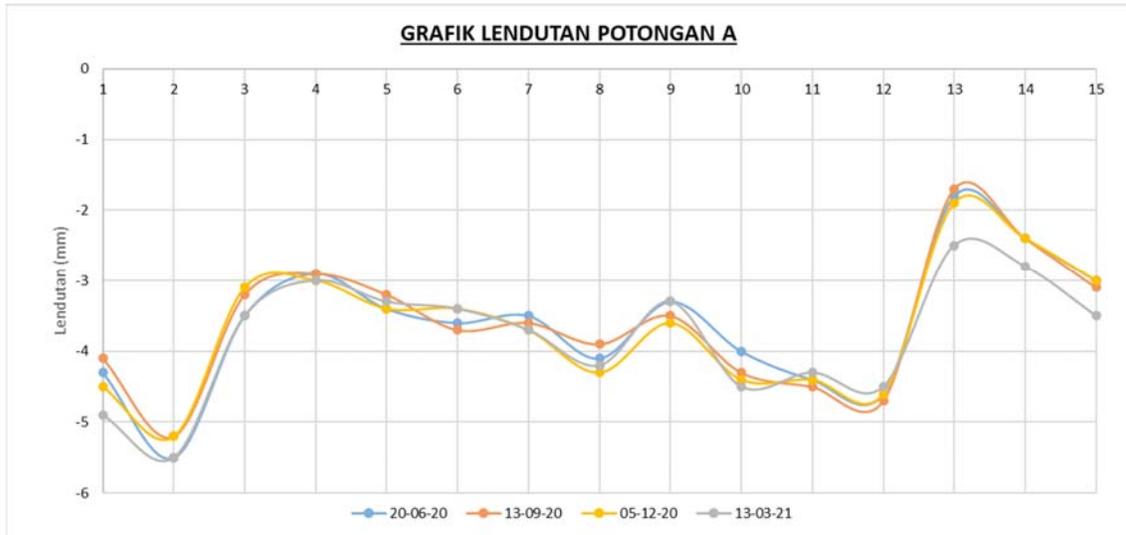


Gambar 6 - Lendutan Lokal Pelat

3. GRAFIK LENDUTAN



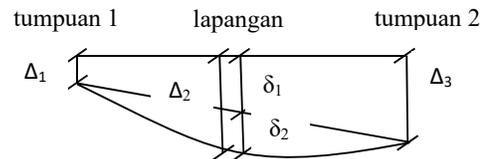
Gambar 7 - Denah potongan



Gambar 8 - Grafik Lendutan Potongan A

4. METODE ANALISIS

Dalam menganalisa lendutan balok dan pelat, terlebih dahulu dilakukan pengecekan lendutan global terhadap benchmark. Pengecekan balok dan pelat dilakukan dengan cara memperhatikan bagian tumpuan, lapangan, dan tumpuan tiap 1 balok sehingga dapat ditentukan lendutan yang terjadi pada bagian tengah balok tersebut. Masing-masing tumpuan memiliki lendutan relatif terhadap BM. Untuk mendapatkan besarnya lendutan pada tengah balok dapat diilustrasikan sebagai berikut.



Contoh:

B2= Lendutan tumpuan 1 = 5.8 cm
Lendutan lapangan = 3.5 cm
Lendutan tumpuan 2 = 0.6 cm

Lendutan yang terjadi pada balok B2 (δ_2) =
= Lendutan lapangan - ((Lendutan tumpuan 1 + Lendutan tumpuan 2) / 2)
= 3.5 - (5.8 + 0.6) / 2
= 0.3 cm

Batas lendutan ijin balok B2 = 1320 cm / 240 = 5.50 cm

Kesimpulan = Lendutan terjadi < Batas lendutan ijin balok (OK)

Dalam menganalisa lendutan pelat, pengecekan dilakukan dengan menentukan 1 titik BM (*Benchmark*) untuk tiap tipe pelat yang ada sehingga diperoleh nilai elevasi yang ada pada tiap titik pada tipe pelat yang bersangkutan. Pada pengecekan lendutan pelat, dilakukan pada bentang terpendek pelat, sehingga menghasilkan data yang optimal dalam menunjukkan lendutan pelat.

Contoh:

S2= Lendutan tumpuan 1 = 3.5 cm
Lendutan lapangan = 3.0 cm
Lendutan tumpuan 2 = 3.3 cm

Lendutan yang terjadi pada pelat S2 =
= Lendutan lapangan - ((Lendutan tumpuan 1 + Lendutan tumpuan 2) / 2)
= 3.0 - (3.5 + 3.3) / 2
= 0.4 cm

Batas lendutan ijin pelat S2 = 420 cm / 240 = 1.75 cm

Kesimpulan = Lendutan terjadi < Batas lendutan ijin pelat (OK)

5. KESIMPULAN

BALOK

Berdasarkan hasil survei yang telah kami lakukan, dapat disimpulkan bahwa lendutan yang terjadi pada balok tidak melebihi batas ijin. Lendutan terbesar terjadi pada balok B1 yaitu sebesar 1.85 cm dan tidak melebihi batas lendutan ijinnya yaitu 5.00 cm.

PELAT LANTAI

Berdasarkan hasil survei yang telah kami lakukan, dapat disimpulkan bahwa lendutan yang terjadi pada pelat tidak melebihi batas ijin. Lendutan terbesar terjadi pada pelat S1 yaitu sebesar 1.3 cm dan tidak melebihi batas lendutan ijinnya yaitu 1.75 cm.

Untuk pelat lantai S1 yang mengalami lendutan yang relatif besar dibandingkan fungsinya, ditemukan bahwa finishing screed di area tersebut tidak rata sehingga mengurangi ketelitian dalam pembacaan angka.

LENDUTAN GLOBAL

Grafik lendutan potongan A pada periode ini menunjukkan hasil yang relatif sama dibandingkan dengan periode sebelumnya. Lendutan terbesar terjadi pada titik 4, yaitu sebesar 5.8 cm. Dilihat dari grafik lendutan global pada potongan A terlihat bahwa hasil pengukuran lendutan mengalami sedikit perubahan dibandingkan dengan pengukuran sebelumnya dengan adanya peningkatan pada daerah sekitar ruangan UPS. Peningkatan lendutan pada ruangan UPS mungkin disebabkan oleh adanya peningkatan beban yang terpasang di lokasi tersebut.

Untuk selanjutnya perlu dilakukan pengukuran lendutan secara berkala untuk melihat pola lendutan yang terjadi.

Demikian kesimpulan hasil penyelidikan lendutan balok dan pelat lantai Gedung Bank Permata Tower II Lantai 5 di Jalan Hayam Wuruk nomor 84, Jakarta Barat.

Jakarta, 19 Maret 2021



Onnyxiforus G.