

**LAPORAN
PENYELIDIKAN LENDUTAN
BALOK DAN PELAT LANTAI**

PROYEK: PERMATA BANK
LOKASI: GEDUNG BANK PERMATA HAYAM WURUK
JAKARTA - PUSAT

JULI 2022

EXECUTIVE SUMMARY

Building audit struktur (pengukuran lendutan) pada bangunan Permata Bank yang berlokasi di Jl. Hayam Wuruk No. 84, Jakarta Barat dilaksanakan tanggal 2 Juli 2022. 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.

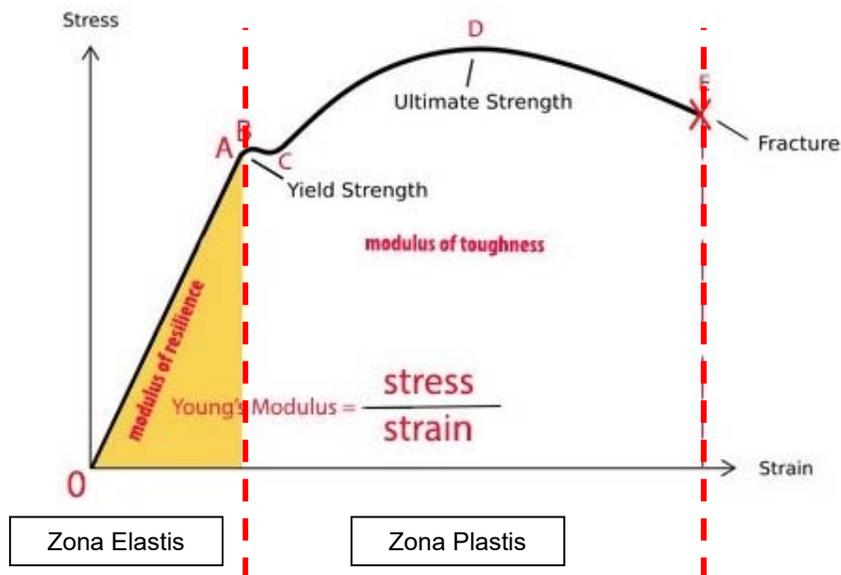
Building audit struktur meliputi pengecekan besar lendutan yang terjadi pada balok dan pelat pada daerah yang sudah ditentukan pada bangunan Bank Permata, yaitu pelat dan balok yang menerima beban dari lantai 5, yang kemudian akan dibandingkan dengan besar lendutan izin yang diatur sesuai Tata Cara Perencanaan 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*).

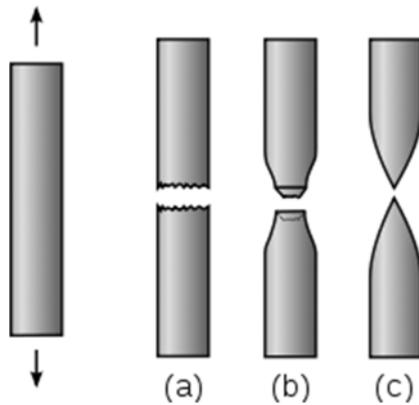
Material baja yang digunakan dalam beton bertulang memiliki elastisitas yang tinggi sehingga ideal untuk memikul beban tarik. Selain itu, material baja yang digunakan dalam konstruksi beton bertulang juga memiliki sifat lainnya, yaitu *ductility* yang baik. *Ductility* merujuk pada sifat dari material 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

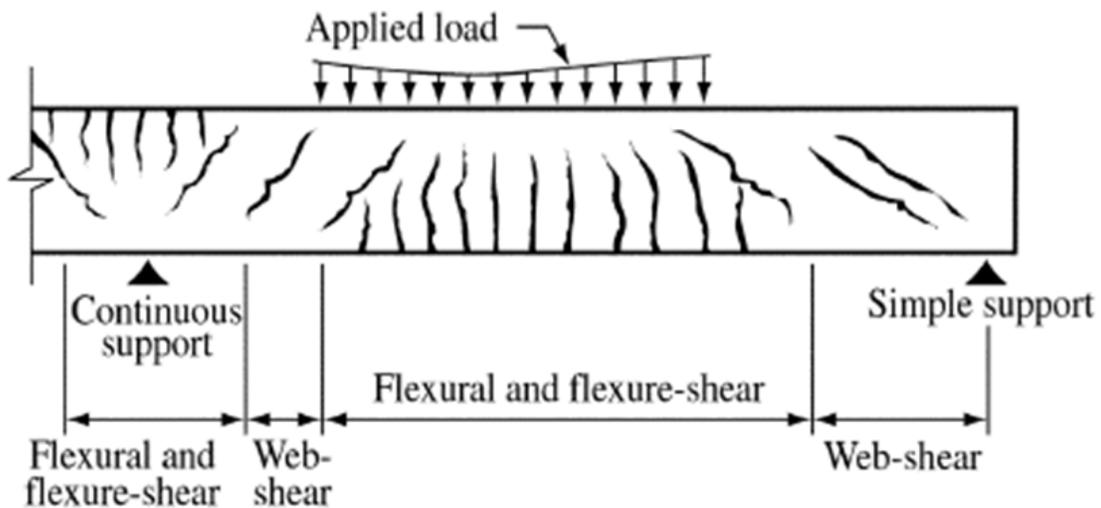
Pada kurva *stress-strain* baja diatas, sumbu Y merupakan besarnya tegangan (*stress*) yang terjadi pada material dan sumbu X merupakan regangan (*strain*) yang terjadi pada material akibat pembebanan. Dalam kondisi elastis, material akan berdeformasi ketika dibebani dan deformasinya akan kembali seluruhnya 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.



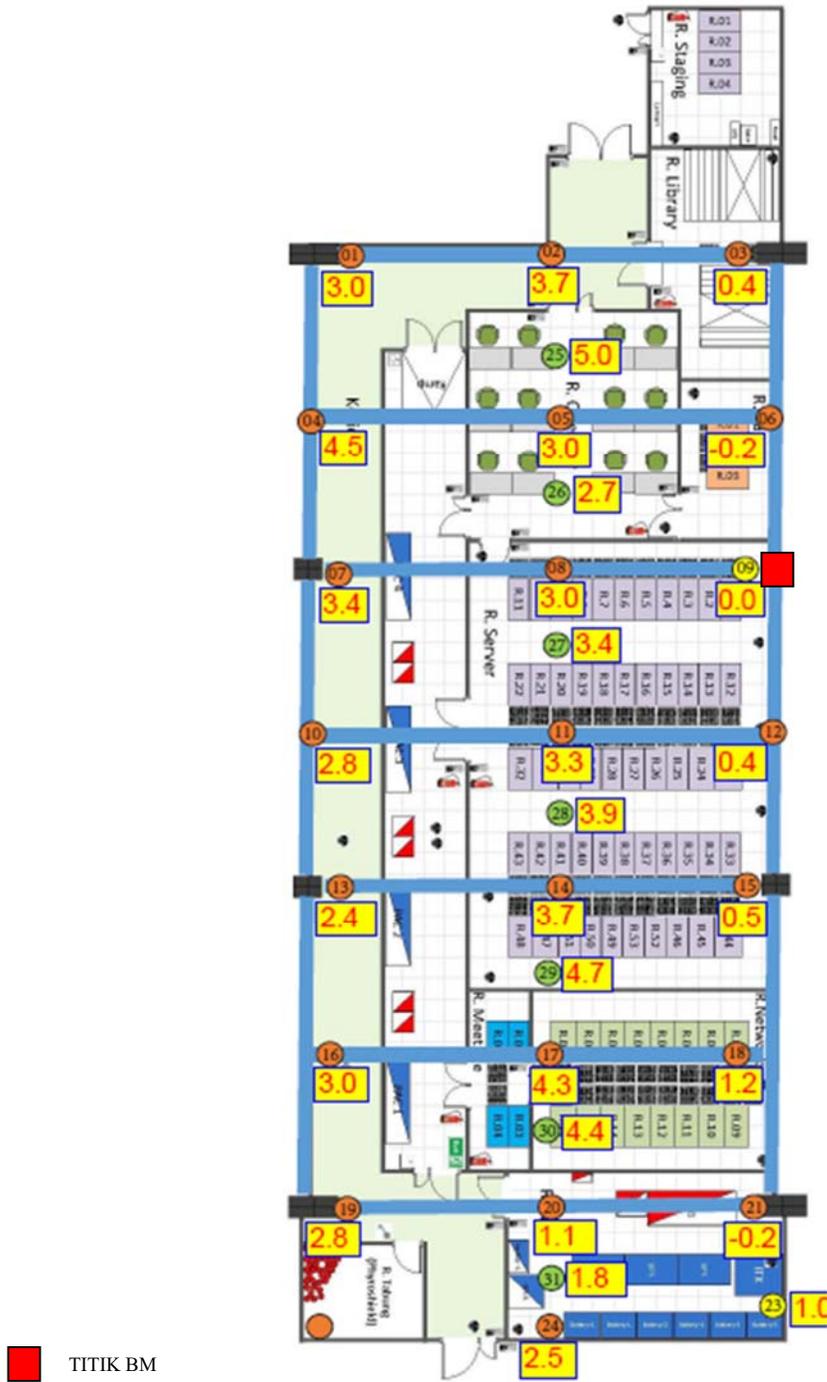
Gambar 3 – Crack pada Beton Bertulang

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

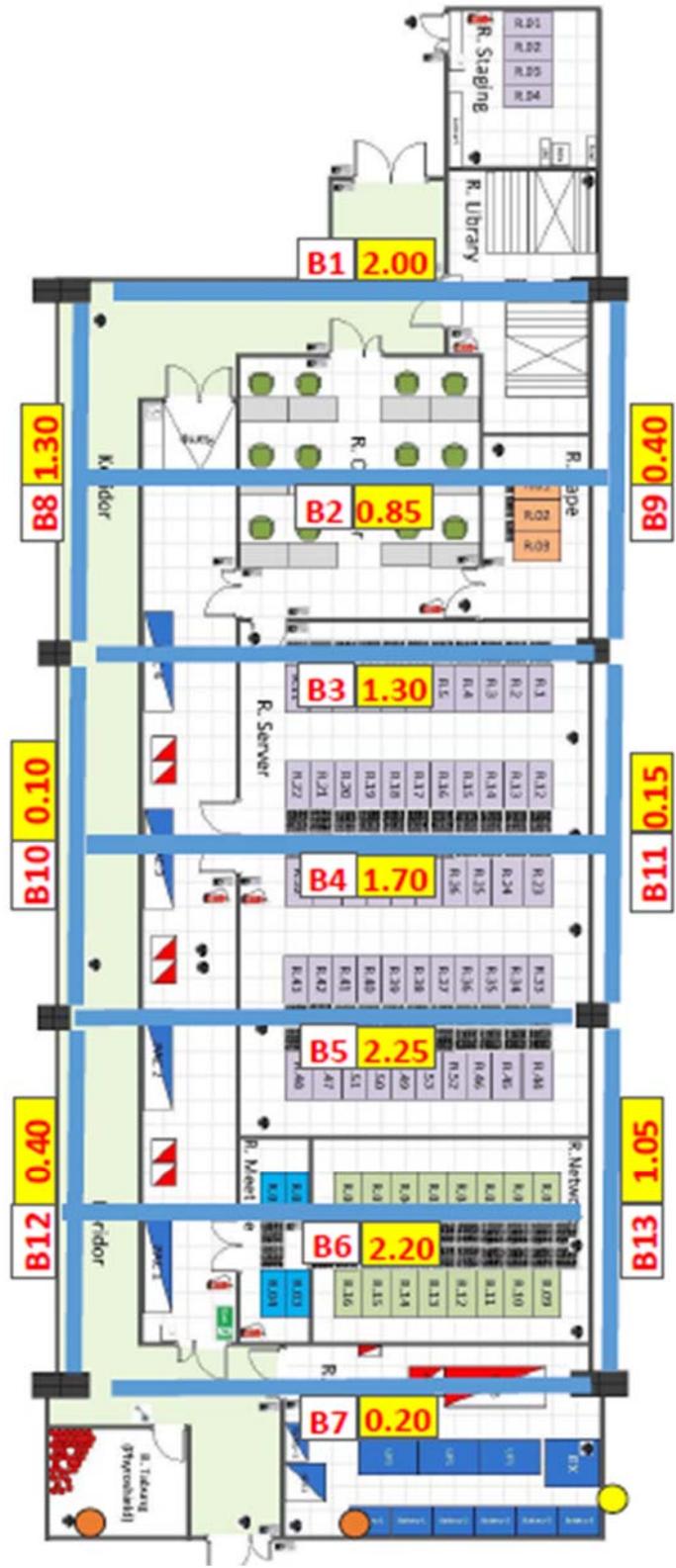
STASIUN	TTK. No.	Pembacaan Benang (cm)	Pembacaan Sudut				elevasi	Lendutan Global (BM 1) (cm)
		B.Tengah	Vertikal			(cm)		
			'	"	Derajat			
BM	9	159.9	90	0	0	90	0.000	0.000
ST4	8	162.9	90	0	0	90	3.000	3.000
	26	162.6	90	0	0	90	0.300	2.700
ST 3	26	163.3	90	0	0	90	0.000	2.700
	25	165.6	90	0	0	90	2.300	5.000
	5	163.6	90	0	0	90	0.300	3.000
	6	160.4	90	0	0	90	-2.900	-0.200
	2	164.3	90	0	0	90	1.000	3.700
ST 2	2	133.3	90	0	0	90	0.000	3.700
	3	130	90	0	0	90	-3.300	0.400
ST 1	2	131.7	90	0	0	90	0.000	3.700
	1	131	90	0	0	90	-0.700	3.000
	4	132.5	90	0	0	90	0.800	4.500
	7	131.4	90	0	0	90	-0.300	3.400
	10	130.8	90	0	0	90	-0.900	2.800
	13	130.4	90	0	0	90	-1.300	2.400
	16	131	90	0	0	90	-0.700	3.000
ST 5	9	160.2	90	0	0	90	0.000	0.000
	27	163.6	90	0	0	90	3.400	3.400
ST 6	9	160.3	90	0	0	90	0.000	0.000
	11	163.6	90	0	0	90	3.300	3.300
	12	160.7	90	0	0	90	0.400	0.400
	15	160.8	90	0	0	90	0.500	0.500
	18	161.5	90	0	0	90	1.200	1.200
ST 7	15	160.6	90	0	0	90	0.000	0.500
	28	164	90	0	0	90	3.400	3.900
ST 7A	15	159.8	90	0	0	90	0.000	0.500
	14	163	90	0	0	90	3.200	3.700
ST 8	15	160.5	90	0	0	90	0.000	0.500
	29	164.7	90	0	0	90	4.200	4.700
ST 9	18	160.5	90	0	0	90	0.000	1.200
	17	163.6	90	0	0	90	3.100	4.300
	30	163.7	90	0	0	90	3.200	4.400
ST 10	19	131.7	90	0	0	90	0.000	2.800
	20	130	90	0	0	90	-1.700	1.100
ST 11	20	162.9	90	0	0	90	0.000	1.100
	21	161.6	90	0	0	90	-1.300	-0.200
ST 12	20	162.6	90	0	0	90	0.000	1.100
	24	164	90	0	0	90	1.400	2.500
	23	162.5	90	0	0	90	-0.100	1.000
	31	163.3	90	0	0	90	0.700	1.800



Gambar 4 - Lendutan Global

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	3.00	90	0	0	90	2.00	5.00	OK	
			3.70	90	0	0	90				
			0.40	90	0	0	90				
B2	13.2	4	4.50	90	0	0	90	0.85	5.50	OK	
			3.00	90	0	0	90				
			-0.20	90	0	0	90				
B3	12.45	7	3.40	90	0	0	90	1.30	5.19	OK	
			3.00	90	0	0	90				
			0.00	90	0	0	90				
B4	13.2	10	2.80	90	0	0	90	1.70	5.50	OK	
			3.30	90	0	0	90				
			0.40	90	0	0	90				
B5	12.45	13	2.40	90	0	0	90	2.25	5.19	OK	
			3.70	90	0	0	90				
			0.50	90	0	0	90				
B6	13.2	16	3.00	90	0	0	90	2.20	5.50	OK	
			4.30	90	0	0	90				
			1.20	90	0	0	90				
B7	12	19	2.80	90	0	0	90	0.20	5.00	OK	
			1.10	90	0	0	90				
			-0.20	90	0	0	90				
B8	8.4	1	3.00	90	0	0	90	1.30	3.50	OK	
			4.50	90	0	0	90				
			3.40	90	0	0	90				
B9	8.4	3	0.40	90	0	0	90	0.40	3.50	OK	
			-0.20	90	0	0	90				
			0.00	90	0	0	90				
B10	8.4	7	3.40	90	0	0	90	0.10	3.50	OK	
			2.80	90	0	0	90				
			2.40	90	0	0	90				
B11	8.4	9	0.00	90	0	0	90	0.15	3.50	OK	
			0.40	90	0	0	90				
			0.50	90	0	0	90				
B12	8.4	13	2.40	90	0	0	90	0.40	3.50	OK	
			3.00	90	0	0	90				
			2.80	90	0	0	90				
B13	8.4	15	0.50	90	0	0	90	1.05	3.50	OK	
			1.20	90	0	0	90				
			-0.20	90	0	0	90				

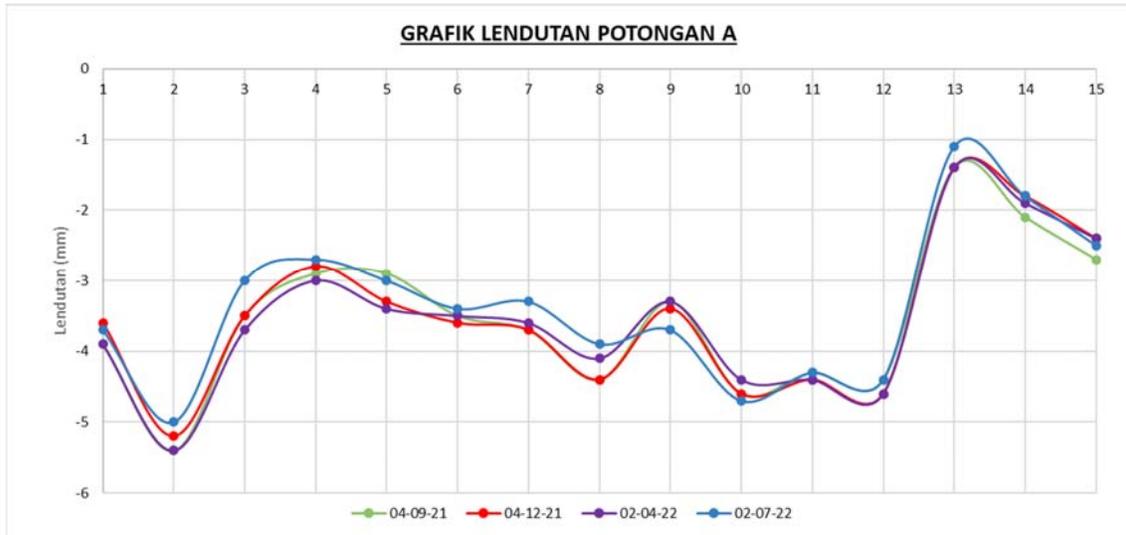


Gambar 5 - Lendutan Balok

3. GRAFIK LENDUTAN



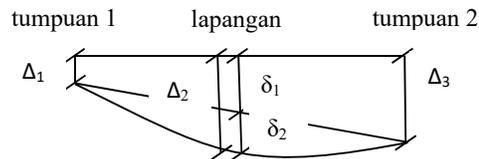
Gambar 7 - Denah potongan



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:

B6= Lendutan tumpuan 1 = 3.0 cm
Lendutan lapangan = 4.3 cm
Lendutan tumpuan 2 = 1.2 cm

Lendutan yang terjadi pada balok B2 (δ_2) =
= Lendutan lapangan - ((Lendutan tumpuan 1 + Lendutan tumpuan 2) / 2)
= 4.3 - (3.0 + 1.2) / 2
= 2.20 cm

Batas lendutan ijin balok B6 = 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:

S4= Lendutan tumpuan 1 = 3.3 cm
Lendutan lapangan = 3.9 cm
Lendutan tumpuan 2 = 3.7 cm

Lendutan yang terjadi pada pelat S4 =
= Lendutan lapangan - ((Lendutan tumpuan 1 + Lendutan tumpuan 2) / 2)
= 3.9 - (3.3 + 3.7) / 2
= 0.40 cm

Batas lendutan ijin pelat S4 = 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 B5 yaitu sebesar 2.25 cm dan tidak melebihi batas lendutan ijinnya yaitu 5.19 cm untuk B5.

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 S6 yaitu sebesar 1.7 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 25, yaitu sebesar 5.0 cm.

Demikian kesimpulan sementara yang dapat kami berikan. Hasil survey ini akan kami kaji kembali dan kami bandingkan dengan hasil survey pada periode selanjutnya untuk melihat pola lendutan yang terjadi.

Jakarta, Juli 2022



Onnyxiforus G.