

**LAPORAN  
PENYELIDIKAN LENDUTAN  
BALOK DAN PELAT LANTAI**

PROYEK: PERMATA BANK  
LOKASI: GEDUNG BANK PERMATA III BINTARO  
JAKARTA - SELATAN

DESEMBER 2021

## EXECUTIVE SUMMARY

Building audit struktur (pengukuran lendutan) pada bangunan Permata Bank yang berlokasi di Jl. M.H. Thamrin Blok B1, Bintaro dilaksanakan tanggal 3 Desember 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.

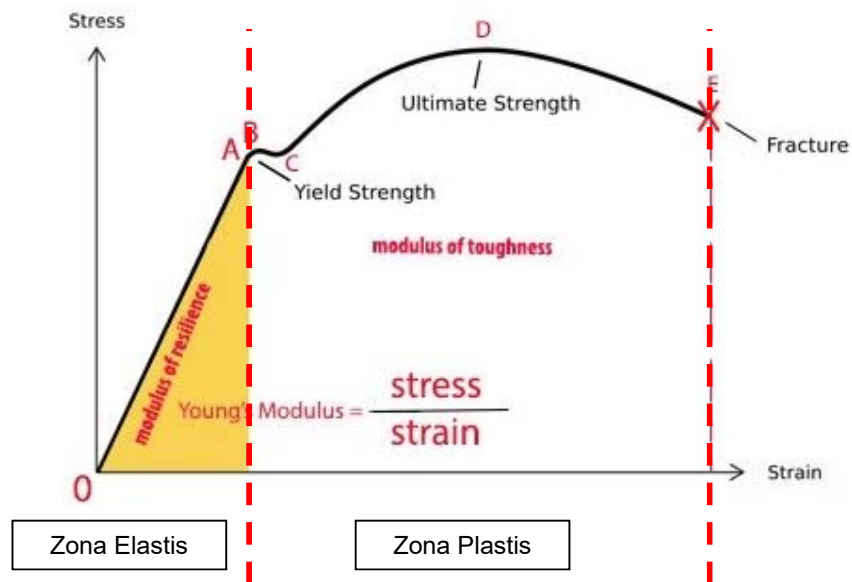
Building audit struktur meliputi pengecekan besar lendutan yang terjadi pada balok dan pelat pada daerah yang sudah ditentukan pada bangunan Bank Permata, yaitu pelat dan balok yang menerima beban dari lantai 8, yang kemudian akan dibandingkan dengan besar lendutan izin yang diatur sesuai Tata Cara Perencanaan 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*).

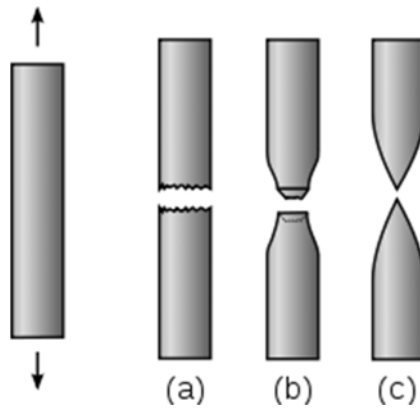
Material baja yang digunakan dalam beton bertulang memiliki elastisitas yang tinggi sehingga ideal untuk memikul beban tarik. Selain itu, material baja yang digunakan dalam konstruksi beton bertulang juga memiliki sifat lainnya, yaitu *ductility* yang baik. *Ductility* merujuk pada sifat dari material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

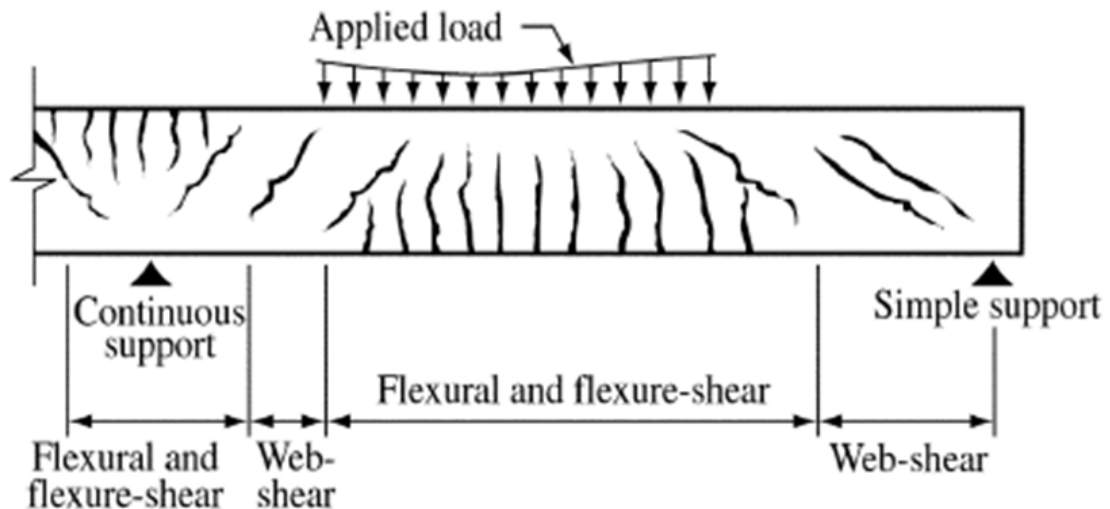
Pada kurva *stress-strain* baja diatas, sumbu Y merupakan besarnya tegangan (*stress*) yang terjadi pada material dan sumbu X merupakan regangan (*strain*) yang terjadi pada material akibat pembebanan. Dalam kondisi elastis, material akan berdeformasi ketika dibebani dan deformasinya akan kembali seluruhnya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



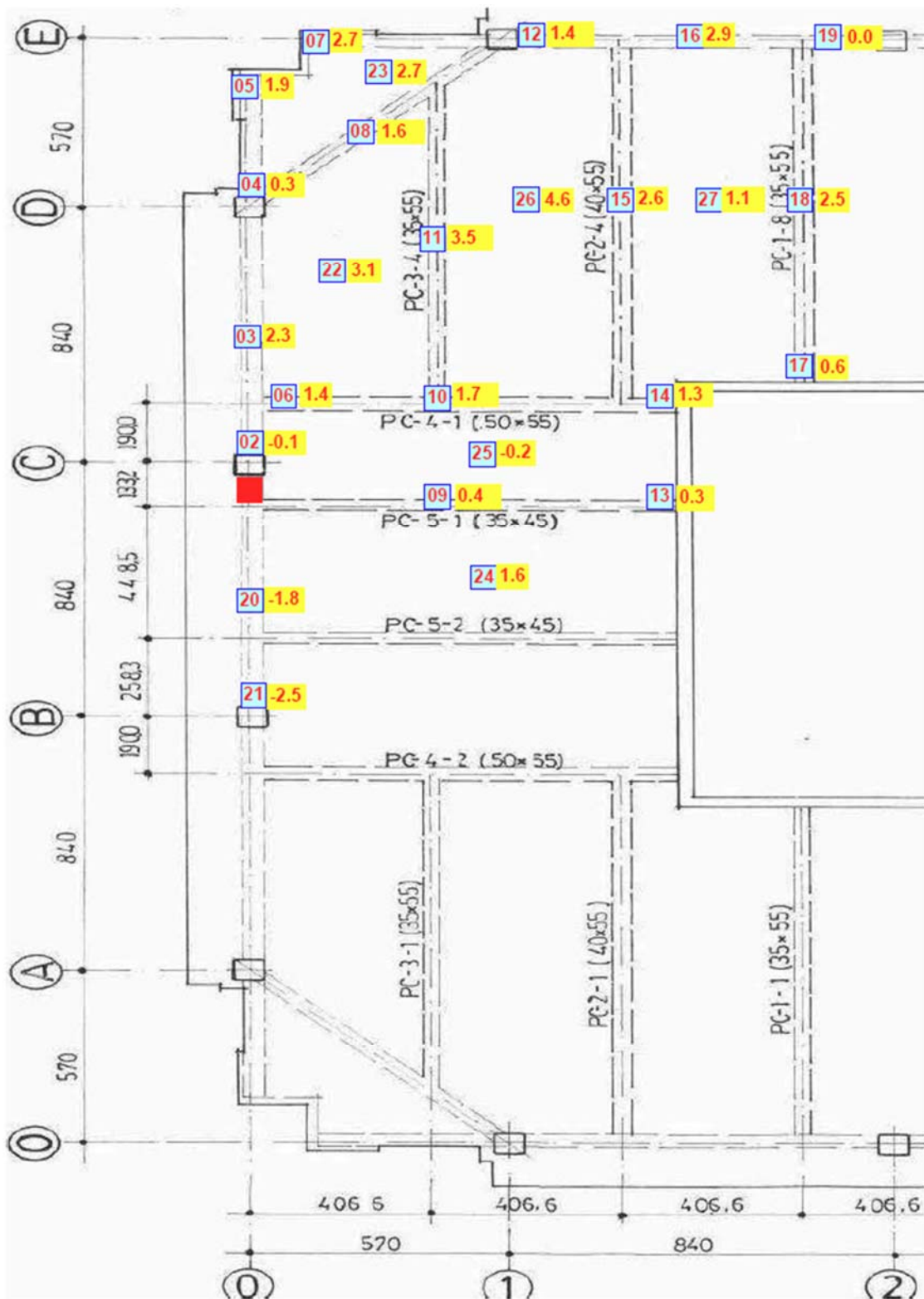
Gambar 3 – Crack pada Beton Bertulang

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 (cm)	Lendutan Global (BM 1) (cm)
		B.Tengah	Vertikal			Derajat		
				'	"			
BM	1	189.6	90	0	0	90	0.000	0.000
ST1A	2	189.5	90	0	0	90	-0.100	-0.100
	6	191	90	0	0	90	1.400	1.400
ST1	6	190.2	90	0	0	90	0.000	1.400
	20	187	90	0	0	90	-3.200	-1.800
	21	186.3	90	0	0	90	-3.900	-2.500
ST 2	6	190.5	90	0	0	90	0.000	1.400
	3	191.4	90	0	0	90	0.900	2.300
ST 3	6	189.5	90	0	0	90	0.000	1.400
	4	188.4	90	0	0	90	-1.100	0.300
	18	190.6	90	0	0	90	1.100	2.500
	27	189.2	90	0	0	90	-0.300	1.100
	15	190.7	90	0	0	90	1.200	2.600
	26	192.7	90	0	0	90	3.200	4.600
	11	191.6	90	0	0	90	2.100	3.500
	22	191.2	90	0	0	90	1.700	3.100
ST 4	6	190.5	90	0	0	90	0.000	1.400
	5	191	90	0	0	90	0.500	1.900
	23	191.8	90	0	0	90	1.300	2.700
	7	191.8	90	0	0	90	1.300	2.700
	8	190.7	90	0	0	90	0.200	1.600
ST4"	7	190.6	90	0	0	90	0.000	2.700
	16	190.8	90	0	0	90	0.200	2.900
	12	189.3	90	0	0	90	-1.300	1.400
ST4'	19	187.7	90	0	0	90	-2.900	0.000
	16	0	90	0	0	90	0.000	2.900
ST 6	18	191.8	90	0	0	90	0.000	2.500
	17	189.9	90	0	0	90	-1.900	0.600
ST 6A	TB	190.5	90	0	0	90	1.500	2.100
	17	189	90	0	0	90	0.000	0.600
	25	188.2	90	0	0	90	-0.800	-0.200
	24	190	90	0	0	90	1.000	1.600
	14	189.7	90	0	0	90	0.700	1.300
ST 7	9	188.9	90	0	0	90	-1.200	0.400
	13	188.8	90	0	0	90	-1.300	0.300
	24	190.1	90	0	0	90	0.000	1.600
	10	190.2	90	0	0	90	0.100	1.700

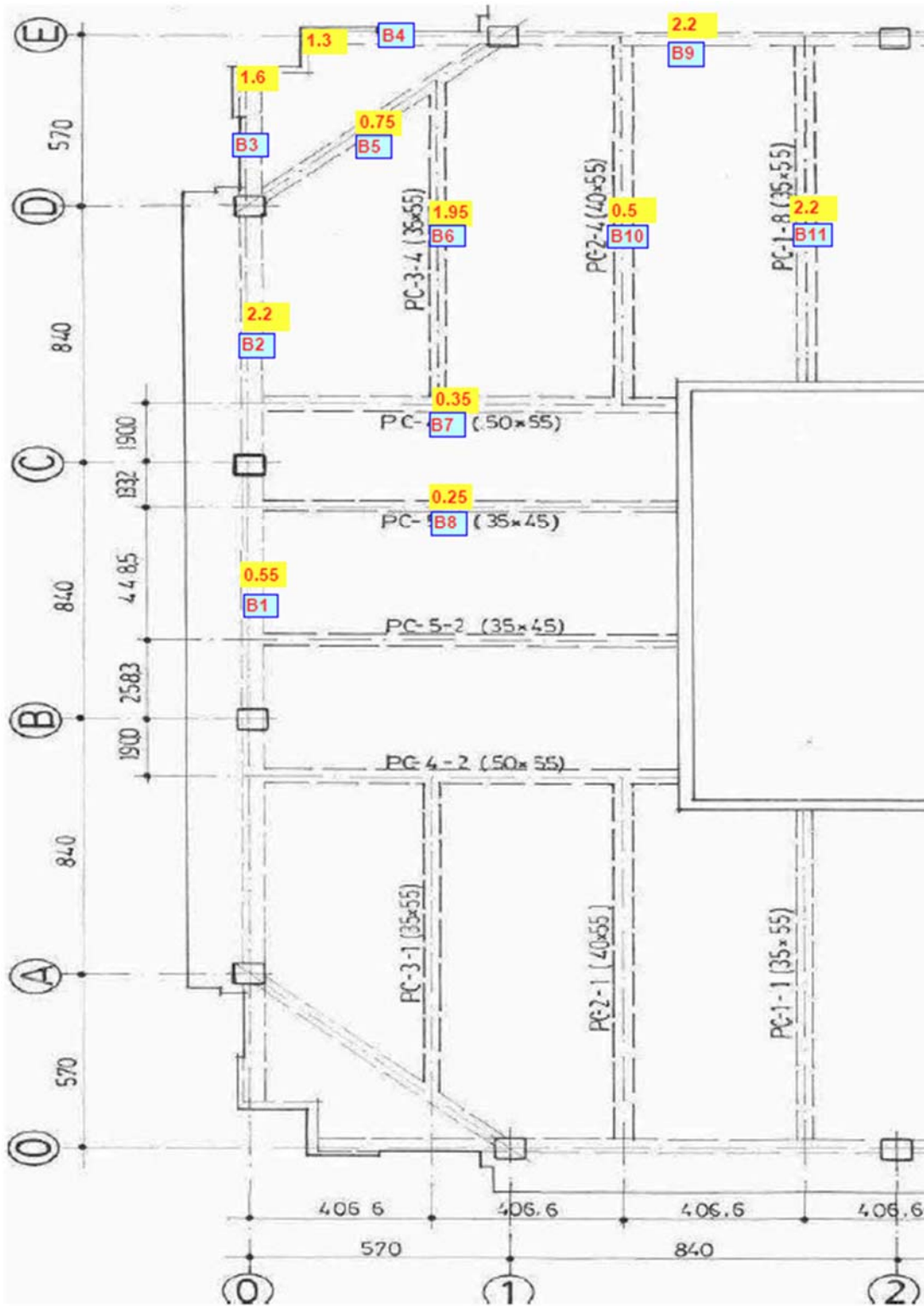


■ TITIK BM

Gambar 4 - Lendutan Global

## 2.b. Lendutan Lokal Balok

BALOK	PANJANG BALOK (m)	NO URUT	TTK. Diarah	Pembacaan Benang (cm)	Pembacaan Sudut				Lendutan Balok (cm)	Batas Lendutan (L/240) (cm)	Keterangan
				LENDUTAN GLOBAL	Vertikal						
					.	"	Derajat				
B1	8.4	1	21	-2.5	90	0	0	90	0.55	3.50	OK
		2	20	-1.8	90	0	0	90			
		3	1	0.0	90	0	0	90			
B2	8.4	4	2	-0.1	90	0	0	90	2.2	3.50	OK
		5	3	2.3	90	0	0	90			
		6	4	0.3	90	0	0	90			
B3	4.3	7	4	0.3	90	0	0	90	1.6	1.79	OK
		8	5	1.9	90	0	0	90			
B4	4.3	9	12	1.4	90	0	0	90	1.3	1.79	OK
		10	7	2.7	90	0	0	90			
B5	8.06	11	4	0.3	90	0	0	90	0.75	3.36	OK
		12	8	1.6	90	0	0	90			
		13	12	1.4	90	0	0	90			
B6	10.5	14	10	1.7	90	0	0	90	1.95	4.38	OK
		15	11	3.5	90	0	0	90			
		16	12	1.4	90	0	0	90			
B7	9.15	17	6	1.4	90	0	0	90	0.35	3.81	OK
		18	10	1.7	90	0	0	90			
		19	14	1.3	90	0	0	90			
B8	9.15	20	1	0.0	90	0	0	90	0.25	3.81	OK
		21	9	0.4	90	0	0	90			
		22	13	0.3	90	0	0	90			
B9	8.4	23	12	1.4	90	0	0	90	2.2	3.50	OK
		24	16	2.9	90	0	0	90			
		25	19	0.0	90	0	0	90			
B10	12.2	26	14	1.3	90	0	0	90	0.5	5.08	OK
		27	15	2.6	90	0	0	90			
		28	16	2.9	90	0	0	90			
B11	11.7	29	17	0.6	90	0	0	90	2.2	4.88	OK
		30	18	2.5	90	0	0	90			
		31	19	0.0	90	0	0	90			

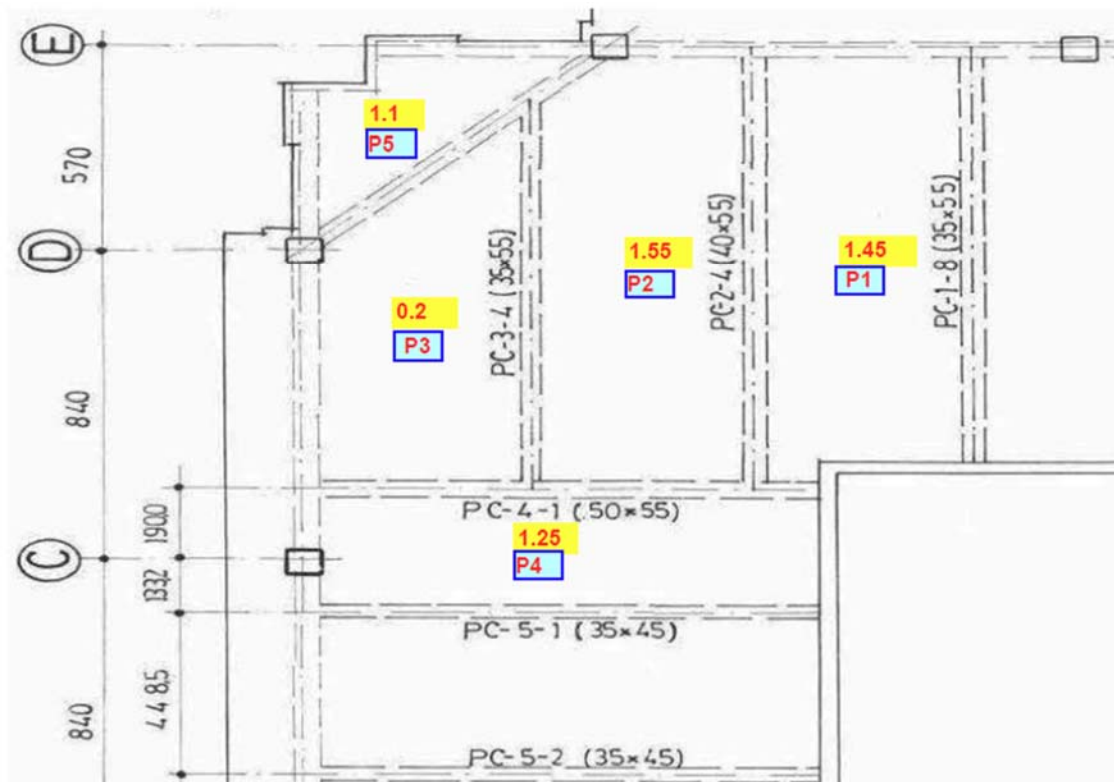


Gambar 5 - Lendutan Balok



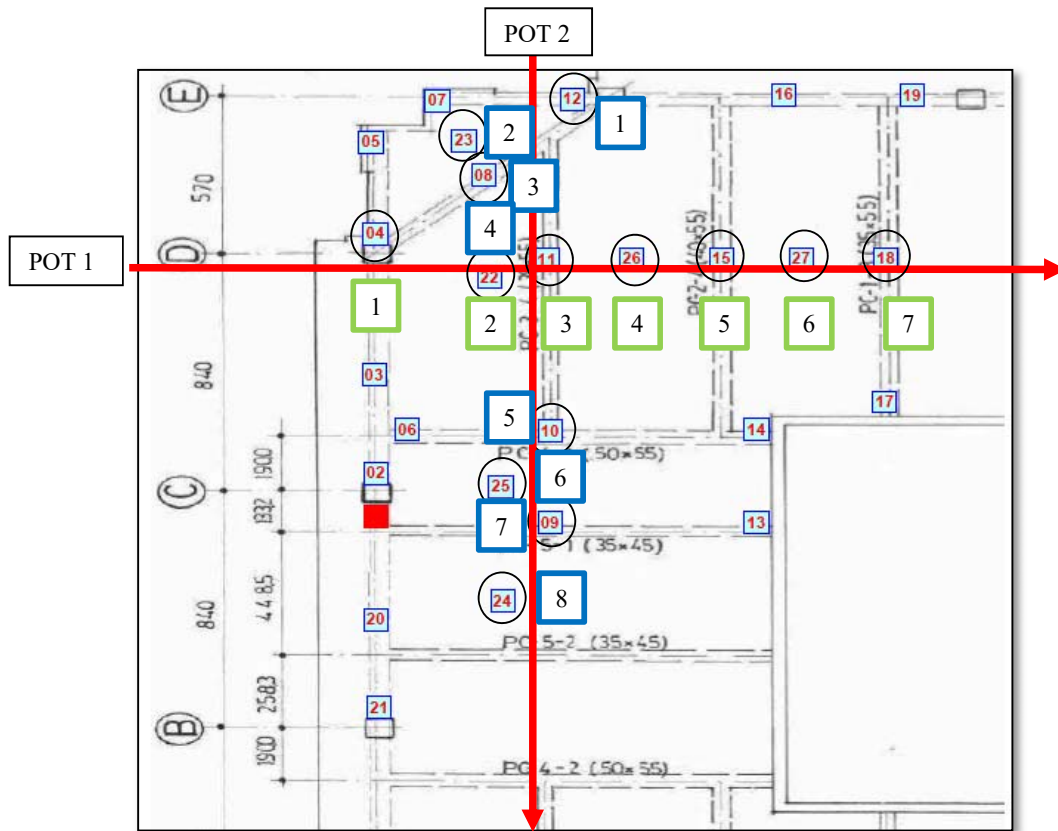
## 2.c. Lendutan Lokal Pelat

PELAT	LEBAR PELAT (m)	NO URUT	TTK. Diarah	Pembacaan Benang (cm)		Pembacaan Sudut				Lendutan (cm)	Batas Lendutan (L/240) (cm)	Keterangan
				LENDUTAN GLOBAL		Vertikal			Derajat			
						'	"					
P1	4.066	1	18	2.5	90	0	0	90	1.45	1.69	OK	
		2	27	1.1	90	0	0	90				
		3	15	2.6	90	0	0	90				
P2	4.066	4	15	2.6	90	0	0	90	1.55	1.69	OK	
		5	26	4.6	90	0	0	90				
		6	11	3.5	90	0	0	90				
P3	4.066	11	11	3.5	90	0	0	90	0.2	1.69	OK	
		12	22	3.1	90	0	0	90				
		13	3	2.3	90	0	0	90				
P4	3.232	14	10	1.7	90	0	0	90	1.25	1.35	OK	
		15	25	-0.2	90	0	0	90				
		16	9	0.4	90	0	0	90				
P5	4.485	17	8	1.6	90	0	0	90	1.1	1.87	OK	
		18	23	2.7	90	0	0	90				

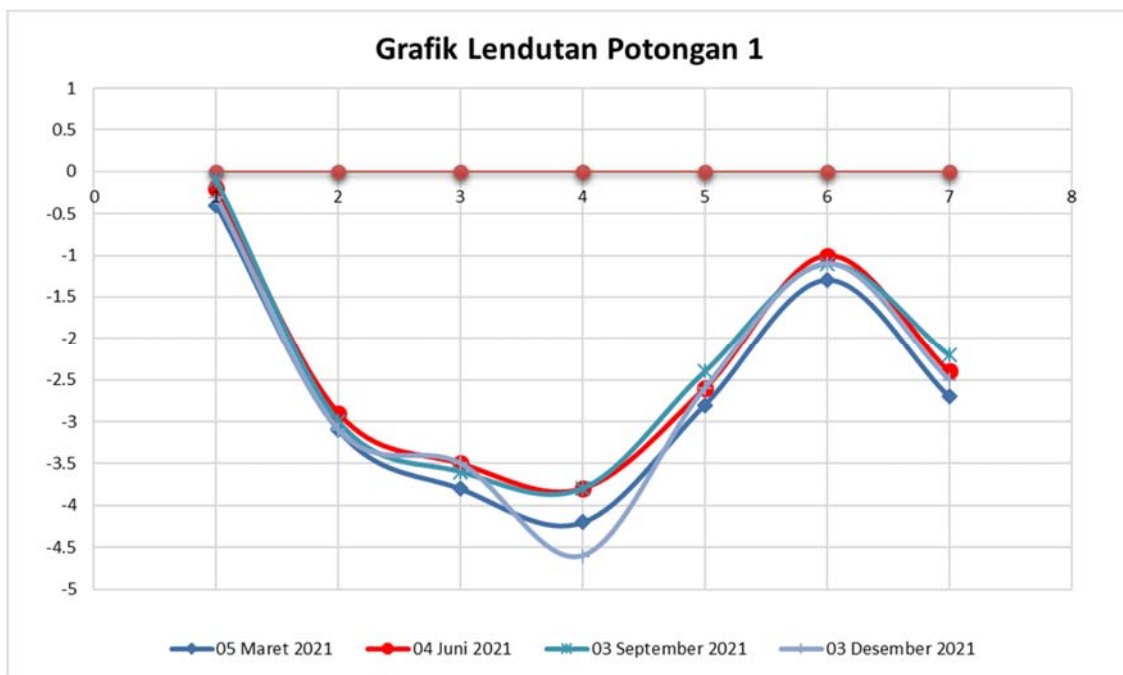


Gambar 6 - Lendutan Lokal Pelat

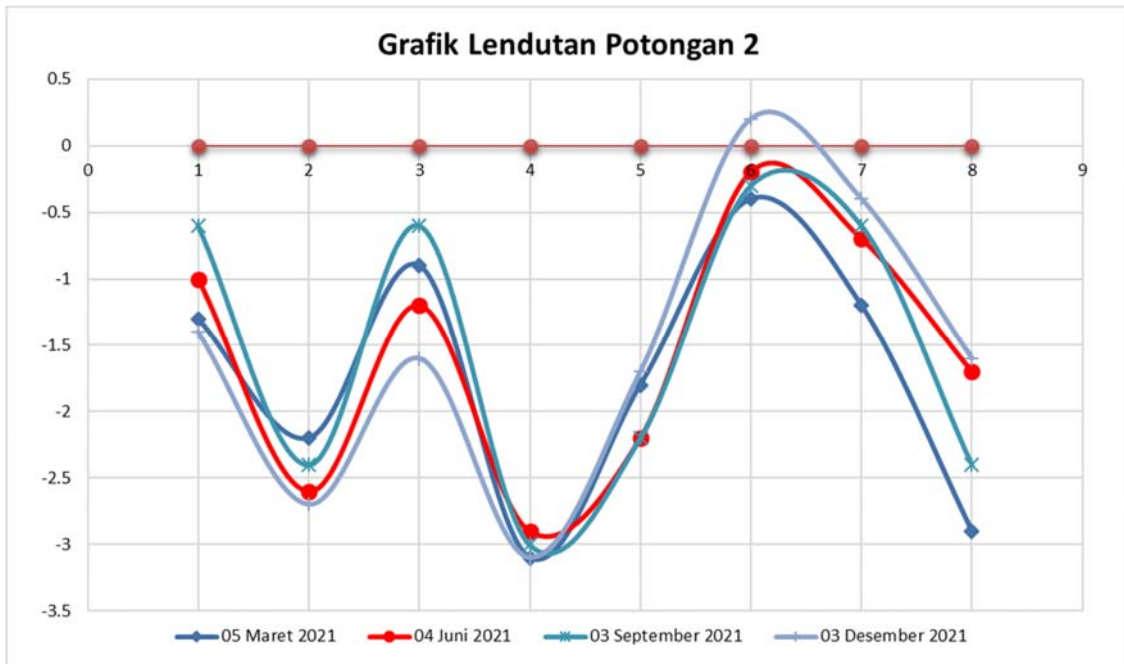
### 3. GRAFIK LENDUTAN



Gambar 7 - Denah potongan



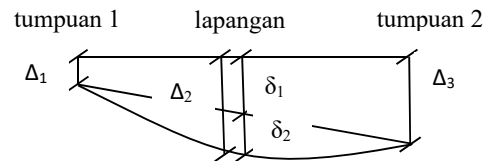
Gambar 8 - Grafik Lendutan Potongan 1



*Gambar 9 - Grafik Lendutan Potongan 2*

#### 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:

B7= Lendutan tumpuan 1 = 1.4 cm  
Lendutan lapangan = 1.7 cm  
Lendutan tumpuan 2 = 1.3 cm

Lendutan yang terjadi pada balok B7 ( $\delta_2$ ) =  
= Lendutan lapangan - ((Lendutan maksimum + Lendutan minimum) / 2)  
= 1.7 - (1.4+1.3) / 2  
= 0.35 cm

Batas lendutan ijin balok B7 = 915 cm / 240 = 3.81 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:

P2= Lendutan tumpuan 1 = 2.6 cm  
Lendutan lapangan = 4.6 cm  
Lendutan tumpuan 2 = 3.5 cm

Lendutan yang terjadi pada pelat P2 =  
= Lendutan lapangan - ((Lendutan maksimum + Lendutan minimum) / 2)  
= 4.6 - (2.6+ 3.5) / 2  
= 1.55 cm

Batas lendutan ijin pelat P2 = 406.6 cm / 240 = 1.69 cm

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

## **5. KESIMPULAN**

### **BALOK**

Berdasarkan hasil survei yang telah kami lakukan lendutan yang terjadi pada balok tidak melebihi batas ijin. Lendutan balok terbesar terjadi pada balok B2 dan B9 sebesar 2.20 cm dan tidak melebihi batas lendutan ijin sebesar 4.88 cm.

### **PELAT LANTAI**

Hasil survey menunjukkan bahwa lendutan yang terjadi pada pelat yang ditinjau, secara umum tidak melebihi lendutan ijin. Lendutan terbesar terjadi pada pelat P2 dengan lendutan sebesar 1.55 cm dan tidak melampaui batas lendutan ijin sebesar 1.87 cm.

### **LENDUTAN GLOBAL**

Pada grafik potongan 1 dan 2 terlihat bahwa hasil yang didapatkan pada pengukuran lendutan kali ini cenderung mengalami sedikit perubahan lendutan dibandingkan dengan hasil pengukuran di periode-periode sebelumnya. Lendutan pada area di sekitar titik 22 (area pelat lantai) mengalami peningkatan lendutan dibandingkan periode sebelumnya seperti terlihat pada Potongan 2 dan area tersebut membutuhkan perhatian lebih lanjut pada pengukuran periode berikutnya. Lendutan yang terjadi pada seluruh balok lantai dan pelat lantai tidak melebihi lendutan ijin.

Demikian kesimpulan sementara yang dapat kami berikan. Hasil survey ini sebaiknya perlu dipantau secara berkala untuk dapat mengontrol lendutan struktur yang terjadi.

Jakarta, Desember 2021



Onnyxiforus G.