

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Kelaikan Bangunan**

Dalam tujuan meningkatkan keamanan konstruksi serta kapasitas hunian, analisis dan evaluasi terhadap seluruh komponen hotel sangat penting. Hal ini dilakukan untuk memastikan mekanisme pemeliharaan yang tepat guna menghindari timbulnya kelainan struktur serta risiko tinggi terhadap keselamatan manusia. Evaluasi ini juga diperlukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh Sertifikat Laik Fungsi (SLF) yang dikeluarkan oleh Pemerintah Kota Surabaya, khususnya Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman, serta Pertanahan Kota Surabaya.

Evaluasi dilakukan dengan melakukan penyesuaian terkait kondisi riil di lapangan serta perkembangan yang akan datang dengan mempertimbangkan faktor usia bangunan. Evaluasi ini khususnya dilakukan terhadap elemen struktur beton bertulang berdasarkan mutu material rencana maupun hasil pengujian.

Adapun peraturan dasar yang dipergunakan sebagai Acuan dan Standar Evaluasi adalah. Peraturan Walikota Surabaya No. 14 tahun 2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi di jelaskan pada pasal 14 ayat 6 yaitu:

Lingkup dan metode pemeriksaan persyaratan kemampuan untuk mendukung beban muatan struktur sebagaimana dimaksud pada ayat (1), ayat (2), ayat (3), dan ayat (4) sebagai

berikut :

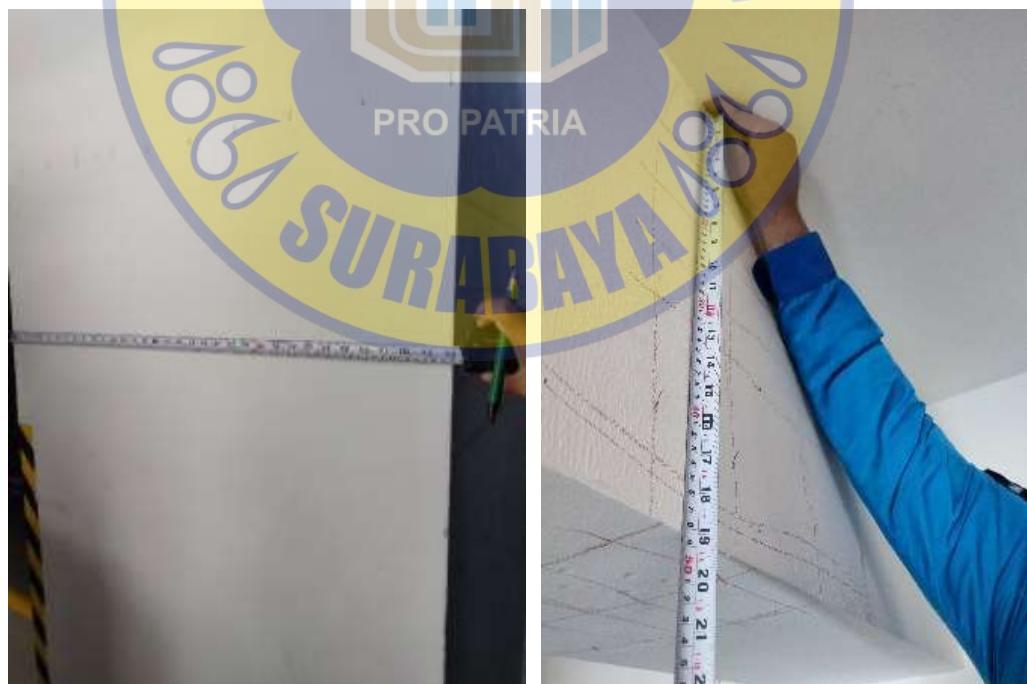
(a) lingkup pemeriksaan

- 1) pemeriksaan kondisi struktur bangunan gedung; dan
- 2) pemeriksaan kondisi komponen bangunan gedung.

- b. metode pemeriksaan
- 1) pengamatan visual; dan
  - 2) pemeriksaan mutu bahan dengan peralatan yang sesuai antara lain: ultrasonic untuk beton dan baja tulangan; serta core drill dan hammer test untuk beton.

#### 4.2. Survey Visual Dan Dimensi

Sebelum dilakukan pengujian material lebih lanjut, pertama kali dilakukan survey visual dan pengukuran dimensi elemen-elemen struktur yang ada. Di mana dari hasil pengamatan diketahui bahwa kondisi struktur dari Gedung Everbright Surabaya dalam kondisi baik. Tidak terdapat kerusakan pada elemen-elemen struktur yang ada. Hal ini dilanjutkan dengan pengukuran dimensi dan pemeriksaan kesesuaian terhadap gambar yang ada.



*Gambar 4. 1. Dokumentasi Tim Survey Pengukuran Dimensi*



*Gambar 4. 2 Dokumentasi Tim Survey Pengukuran Dimensi*



*Gambar 4. 3 Dokumentasi Tim Survey Pengukuran Dimensi*



*Gambar 4. 4. Dokumentasi Tim Survey Pengukuran Dimensi*

Dari hasil pengukuran dimensi elemen sesuai kondisi eksisting didapat beberapa hasil sebagai berikut:

1. Pada lantai Ground area parkir, dimensi kolom terukur 850x850 mm sedangkan pada gambar IMB 850x850mm.
2. Pada lantai Mezzanine dimensi kolom terukur 600x600 mm sedangkan pada gambar IMB 600x600 mm.
3. Pada lantai Mezzanine dimensi balok terukur 400x800 mm sedangkan pada gambar IMB 400x800 mm.

Sehingga berdasarkan pengukuran secara acak tersebut, dapat diketahui bahwa dimensi elemen struktur Gedung Everbright Surabaya sudah sesuai dengan gambar maupun data yang ada.

#### **4.2.1. Pedoman Dan Standar Perencanaan**

Pedoman dan standar perencanaan bangunan yang digunakan pada kajian teknis kelaikan fungsi struktur Gedung ini menggunakan peraturan yang berlaku dan disesuaikan dengan peraturan saat proses desain struktur, seperti berikut:

1. SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung.
2. ASTM C 597-02 (Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete).
3. BS 1881 : Part 203 : 1986 (Recommendations for Measurement of Velocity of Ultrasonic Pulses in Concrete)
4. ACI 228.2R-98 (Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures)
5. Standar-standar lain sejauh tidak bertentangan dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku.

#### **4.2.2. Penggunaan Bahan Dan Material**

Material yang digunakan dalam evaluasi ini didapat dari perencanaan awal dan dibagi menjadi beberapa jenis material sesuai dengan fungsi dan jenis elemennya, beberapa material yang digunakan dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Material struktur beton menggunakan mutu  $f'_c$  25 MPa (K301.45) pada elemen pelat, dan balok.  
Sedangkan untuk kolom menggunakan mutu material  $f'_c$  25 MPa (K 301.45).
- b. Mutu baja tulangan yang dipakai dalam evaluasi ini adalah BjTS 28 ( $f_y = 280$  MPa) untuk baja polos.
- c. Mutu baja tulangan yang dipakai dalam evaluasi ini adalah BjTP 40 ( $f_y = 390$  MPa) untuk baja ulir.

#### **4.3. Pengujian Non Destruktif Test (NDT)**

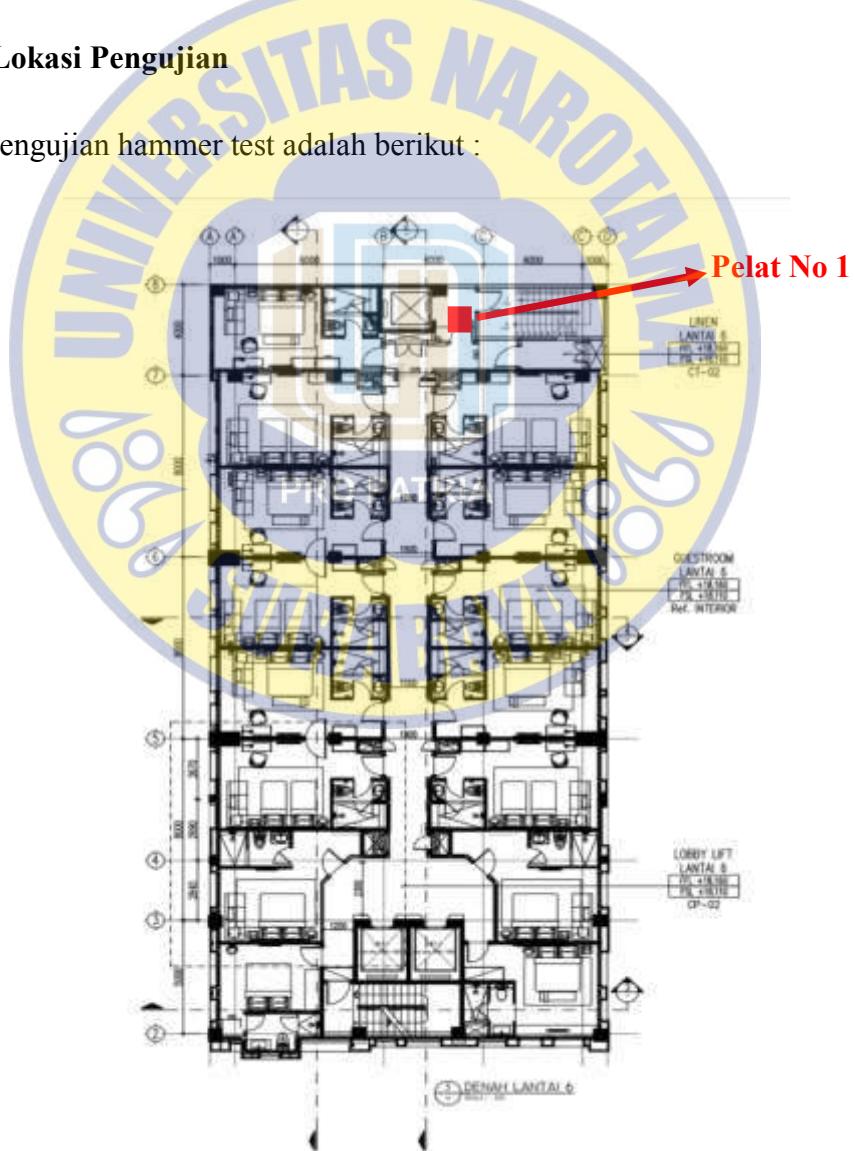
Pengujian lapangan pada struktur gedung yang telah di lakukan. Dimana pengujian yang di lakukan adalah Non Destruktif Test dengan tujuan untuk mendapatkan nilai pengujian yang akurat. Selain itu hasil nilai dari pengujian ini dapat di gunakan untuk korelasi hubungan tegangan hasil kuat tekan beton. Dimana pengujian Non Destruktif Test (NDT) dapat di laporkan hasil pelaksanaan di bawah ini.

#### 4.3.1. Pengujian Hammer Test

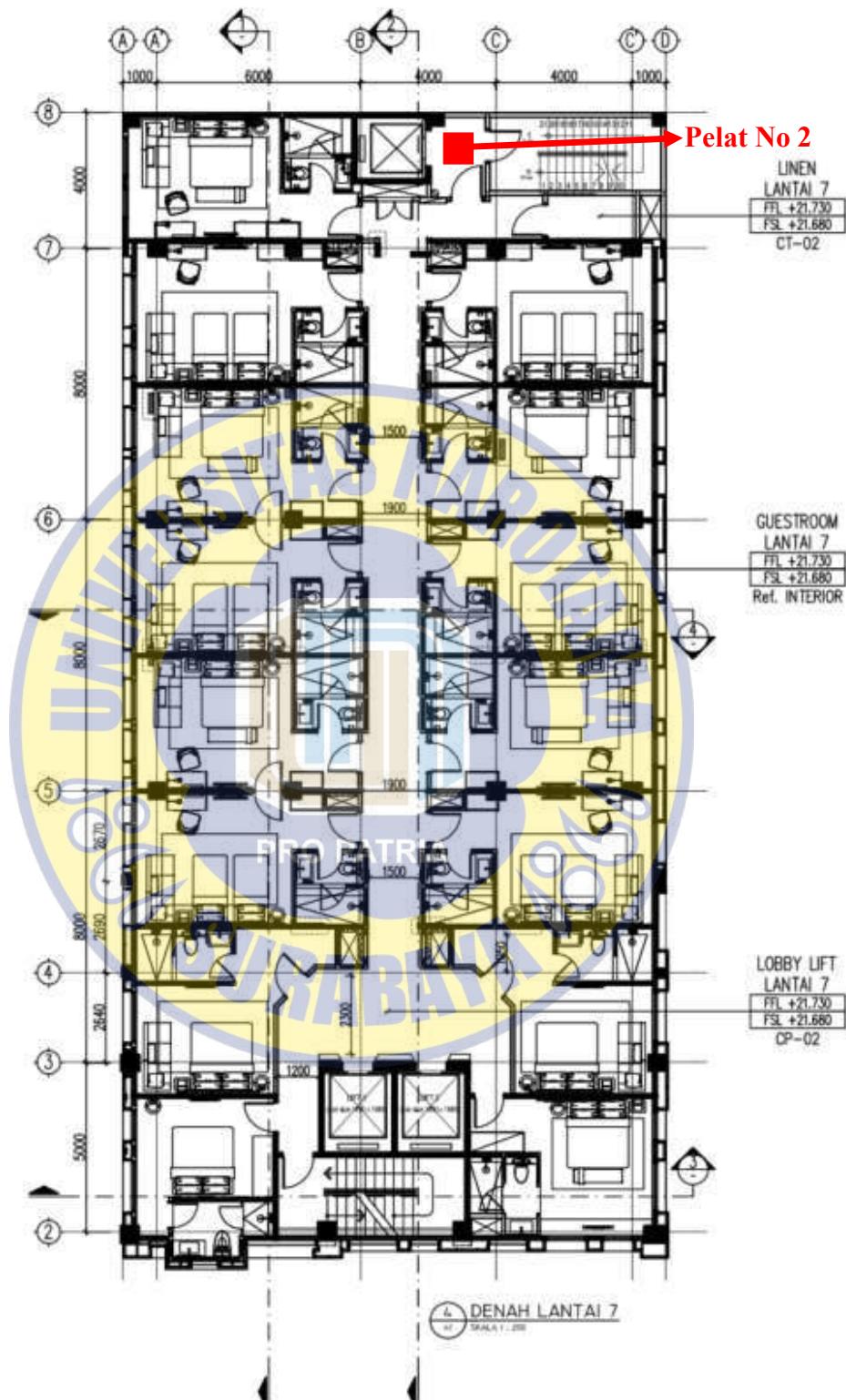
Pengujian hammer test ini di lakukan atau di laksanakan di 12 titik menurut ASTM C 805-02 yang mana di setiap elemen di ambil 10 pukulan dengan jarak 10 CM - 25 cm, dalam pengujian hammer terdapat standar yang mengaturnya namun standar tersebut tidak spesifik menetapkan penentuan titik yg di uji. Yang harus di lakukan pengujian harus tersebar secara merata pada struktur gedung eksisting, pengujian ini bertujuan untuk memprediksi keseragaman mutu beton eksisiting pada daerah permukaan beton. Lokasi pengujian dapat di lihat sebagai berikut :

##### 4.3.1.1. Lokasi Pengujian

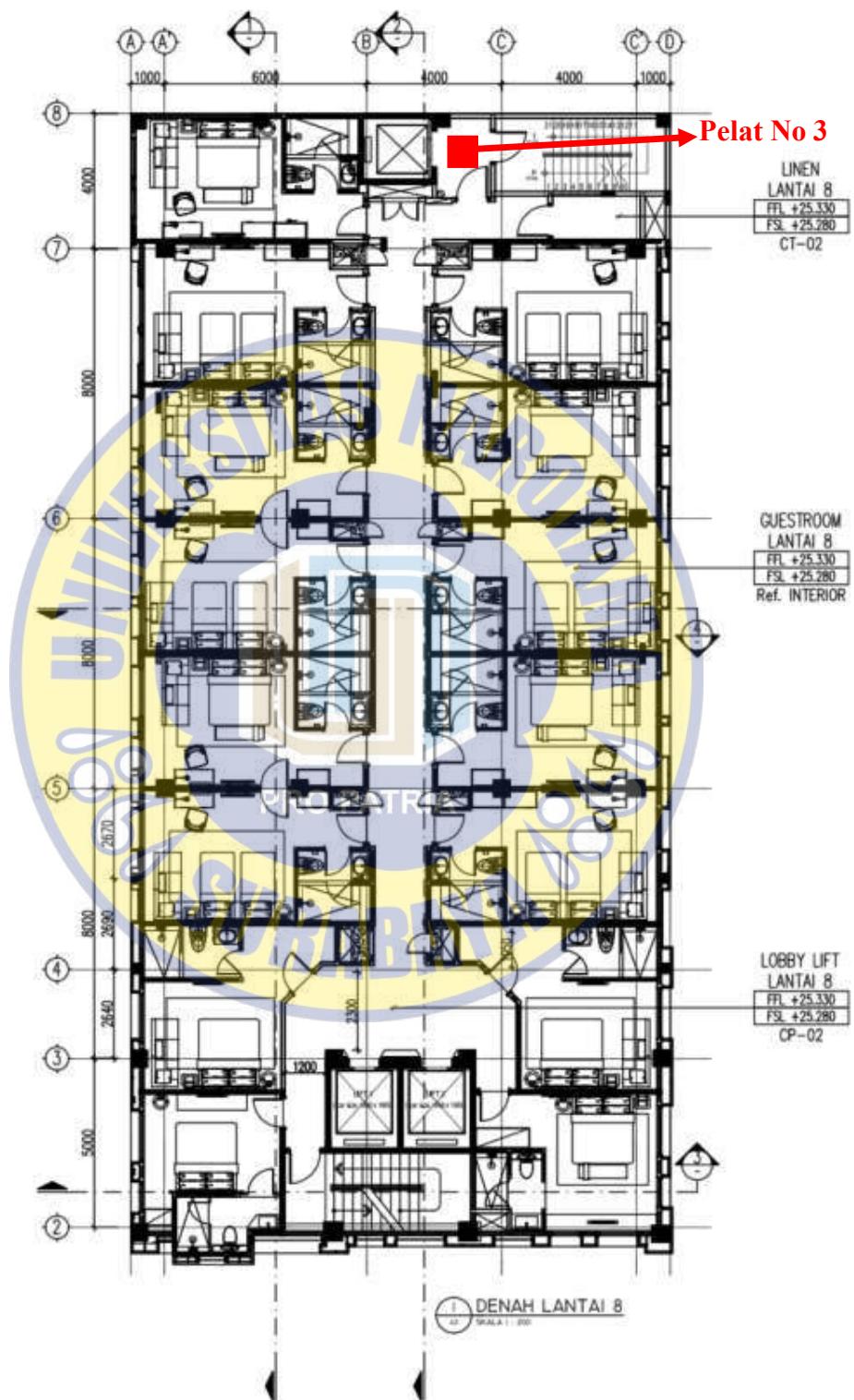
Lokasi pengujian hammer test adalah berikut :



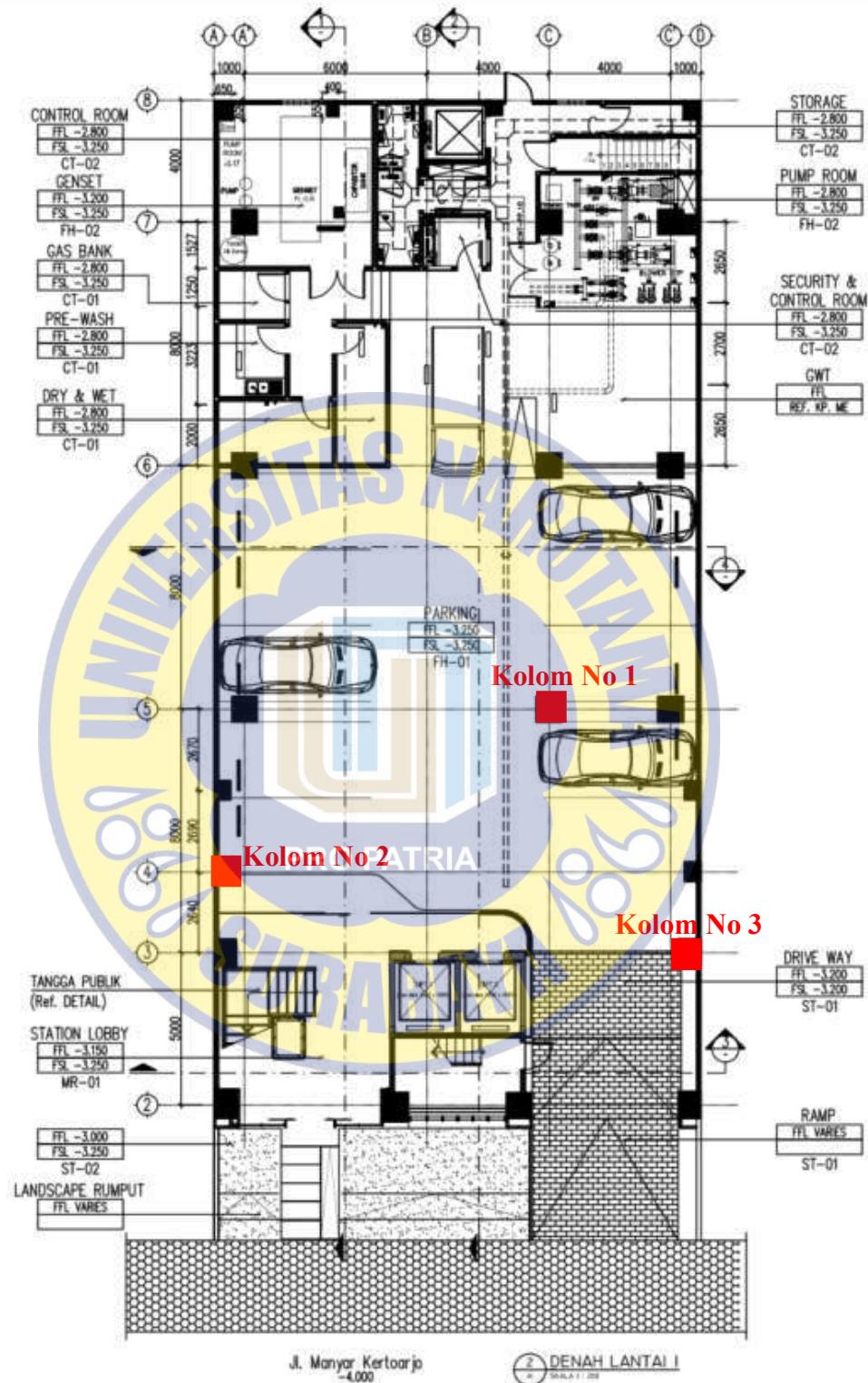
**Gambar 4. 5. Lokasi Pengujian Hammer Test Pada Struktur Pelat Lt 6**



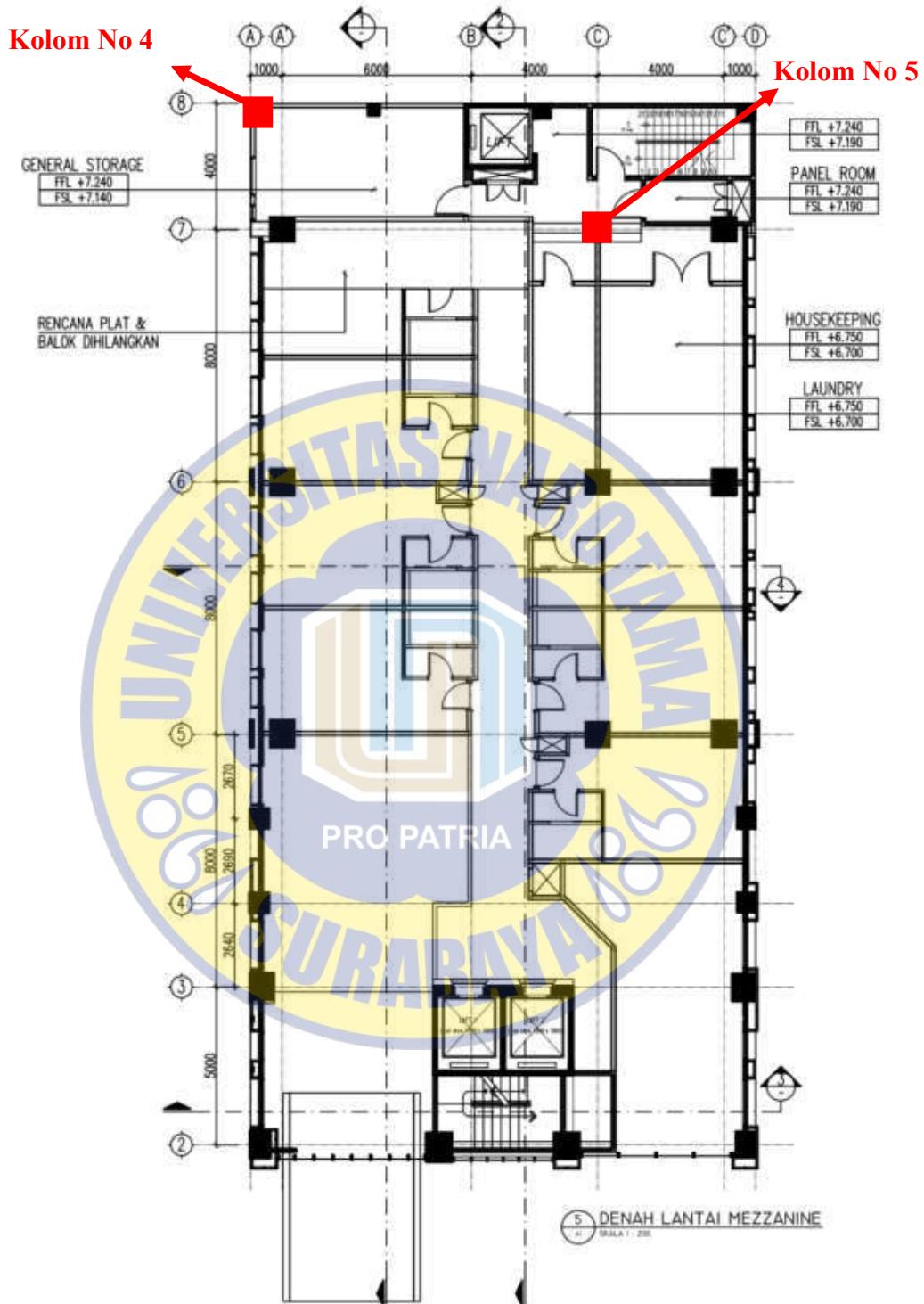
**Gambar 4. 6. Lokasi Pengujian Hammer Test Pada Struktur Pelat Lt 7**



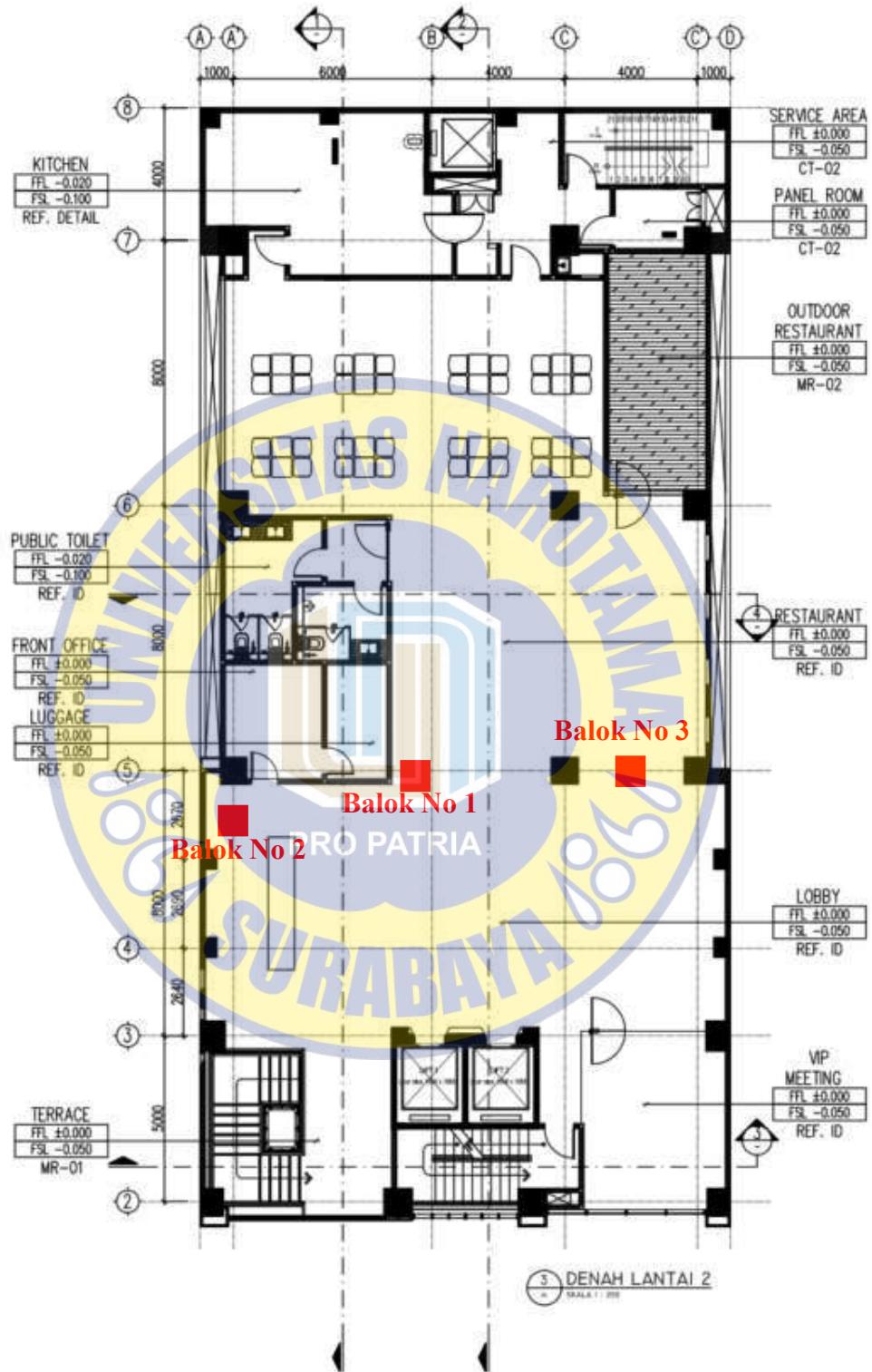
**Gambar 4. 7** Lokasi Pengujian Hammer Test Pada Struktur Pelat Lt 8



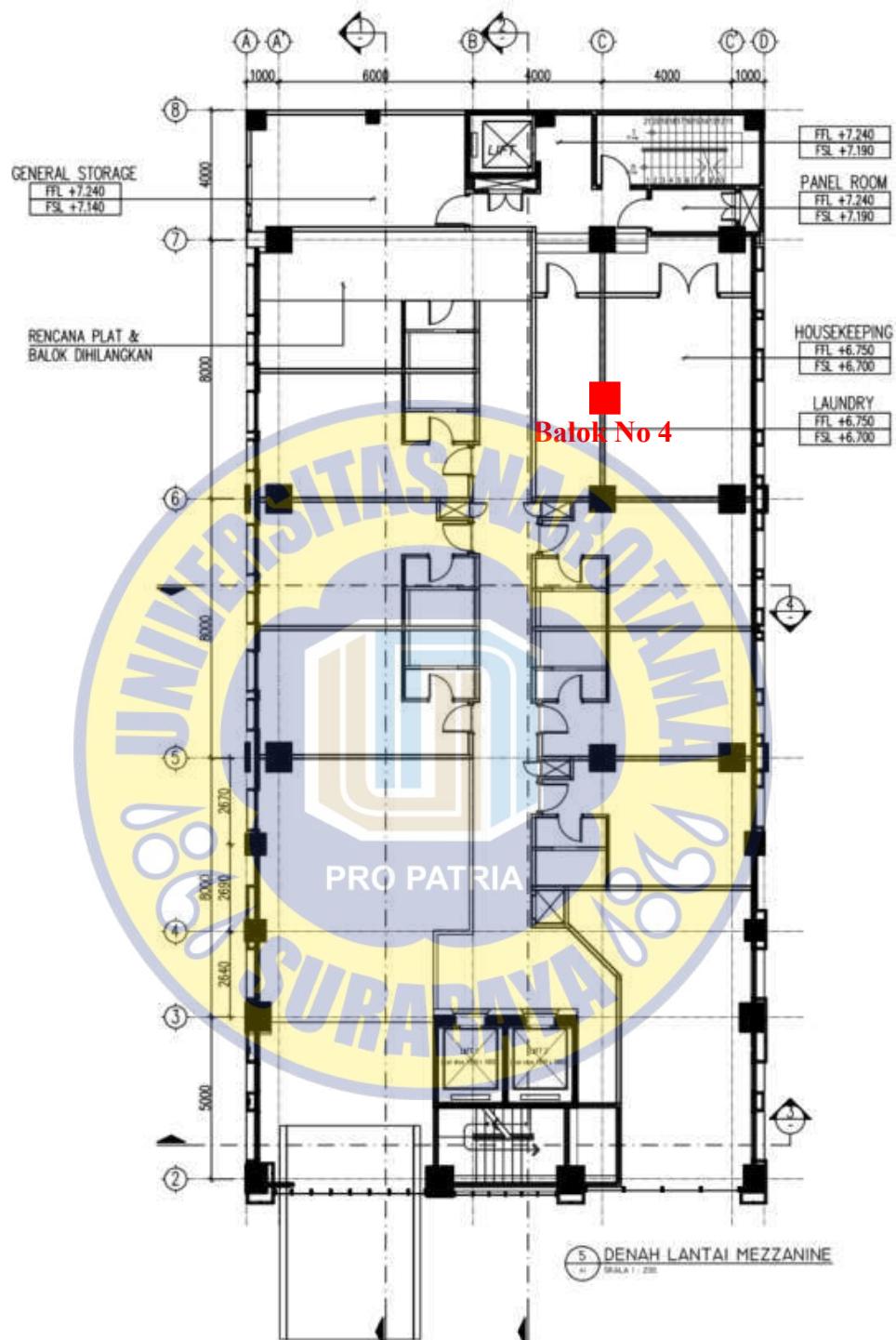
**Gambar 4. 8 . okasi Pengujian Hammer Test Pada Struktur Kolom Lt 1 (basement)**



*Gambar 4. 9. Lokasi Pengujian Hammer Test Pada Struktur Kolom Lt Mezzanine*



**Gambar 4. 10.**Lokasi Pengujian Hammer Test Pada Struktur Balok Lt 2



**Gambar 4. 11.**Lokasi Pengujian Hammer Test Pada Struktur Balok Lt Mezzanine

#### 4.3.1.2. Hasil Pengujian

Hasil pengujian hammer beton pada struktur gedung eksisting dapat di lihat pada tabel berikut ini.

*Tabel 4. 1 Hasil Hammer Test pada Elemen Struktur Pelat Lantai*

No.	Elemen	Lokasi As	Sudut (')	Pembacaan rebound										Rebound rata-rata	Koreksi Sudut	Rebound Terkoreksi Sudut	Kualitas Kekerasan Permukaan beton
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	Pelat	B-C / 7-8 (Plat Lt.6)	- 90	41	41	41	39	44	42	43	39	43	38	41,10	-3,82	37,28	Lapisan Beton Yang Sangat Baik
2	Pelat	B-C / 7-8 (Plat Lt.7)	- 90	39	42	40	38	36	38	36	40	41	37	38,70	-3,98	34,72	Lapisan Beton Yang Sangat Baik
3	Pelat	B-C / 7-8 (Plat Lt.8)	- 90	39	37	39	37	39	38	43	44	38	41	36,63	-4,14	32,49	Lapisan Beton Yang Sangat Baik
Rata-rataRebound														Min	32,49	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	
Rata-rataRebound														Max	37,28	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	
Rata-rataRebound															34,83	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	

Dari hasil pengujian keseragaman beton dan pendekatan mutu beton dengan grafik hammer test rata – rata 25,70 MPa

**Tabel 4. 2 Hasil Hammer Test pada Elemen Struktur Kolom**

No.	Elemen	Lokasi As	Sudut ( $^{\circ}$ )	Pembacaan rebound										Rebound rata-rata	Koreksi Sudut	Rebound Terkoreksi Sudut	Kualitas Kekerasan Permukaan beton	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Kolom	5/C' (Basement)	0	34	36	38	36	34	36	38	36	34	38	36,00	0,00	36,00	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	
2	Kolom	4'/A (Basement)	0	41	40	36	38	39	40	41	38	40	40	39,32	0,00	39,32	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	
3	Kolom	3/D (Basement)	0	40	40	44	38	38	38	42	41	42	40	40,30	0,00	40,30	Permukaan Beton Yang Sangat Baik	
4	Kolom	8/A (Lt. Mezza)	0	42	33	35	32	38	41	39	40	42	39	38,10	0,00	38,10	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	
5	Kolom	7/C (Lt. Mezza)	0	37	38	32	32	32	36	34	36	37	34	34,80	0,00	34,80	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	
														Rata-rata rebound	Min	34,80	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	
															Max	40,30	Permukaan Beton Yang Sangat Baik	
																37,70	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	

Dari hasil pengujian keseragaman beton dan pendekatan mutu beton dengan grafik hammer test rata – rata 39,6 MPa

**Tabel 4. 3 Hasil Hammer Test pada Elemen Struktur Balok**

No.	Elemen	Lokasi As	Sudut (')	Pembacaan rebound										Rebound rata-rata	Koreksi Sudut	Rebound Terkoreksi Sudut	Kualitas Kekerasan Permukaan beton	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Balok	5/A'-B (Lt 2)	0	43	40	40	43	46	43	46	40	45	40	42,60	0,00	42,60	Permukaan Beton Yang Sangat Baik	
2	Balok	4'-5/A' (Lt 2)	0	30	32	34	34	36	34	30	30	32	34	32,60	0,00	32,60	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	
3	Balok	5'/C-C' (Lt 2)	0	42	38	38	43	42	47	43	42	40	43	41,80	0,00	41,80	Permukaan Beton Yang Sangat Baik	
4	Balok	6-7/C' (Lt Mezz)	0	43	48	43	42	48	45	48	36	38	38	42,90	0,00	42,90	Permukaan Beton Yang Sangat Baik	
														Rata-rata rebound	Min	32,60	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	
															Max	42,90	Permukaan Beton Yang Sangat Baik	
																39,98	Lapisan Beton Yang Sangat Baik	

Dari hasil pengujian keseragaman beton dan pendekatan mutu beton dengan grafik hammer test rata – rata 42,30 MPa

#### 4.3.1.3.Rekapitulasi Pengujian

Dari hasil pengujian *hammer* di atas, pada elemen Struktur Gedung Hotel Everbright didapatkan nilai pantulan (rebound)

- **Pelat dengan rentang nilai 32,49 – 37,28 atau dapat dikatakan struktur memiliki keseragaman beton dengan lapisan beton yang sangat baik.**
- **Kolom dengan rentang nilai 30,60 – 40,30 atau dapat dikatakan struktur memiliki keseragaman beton dengan lapisan beton yang sangat baik.**
- **Balok dengan rentang nilai 32,60 – 42,90 atau dapat dikatakan struktur memiliki keseragaman beton dengan lapisan beton yang sangat baik.**

Namun dari hasil ini tidak dapat dijadikan acuan karena hasil yang menentukan mutu beton berasal dari kuat tekan coredrill. Dari hasil hammer ini akan dilakukan kolerasi pendekatan dengan hasil kuat tekan beton. Sehingga hasil rebound hammer pada elemen selain coredrill dapat diketahui perkiraan mutunya dari hasil kolerasi rebound hammer dengan kuat tekan beton.

#### 4.3.1.4.Dokumentasi Pengujian

PRO PATRIA

Dokumentasi pelaksanaan pengujian Hammer dapat dilihat pada gambar – gambar berikut ini:



**Gambar 4. 12. Dokumentasi Pengujian Hammer Test**



*Gambar 4. 12 Dokumentasi Pengujian Hammer Test*



*Gambar 4. 13 Dokumentasi Pengujian Hammer Test*

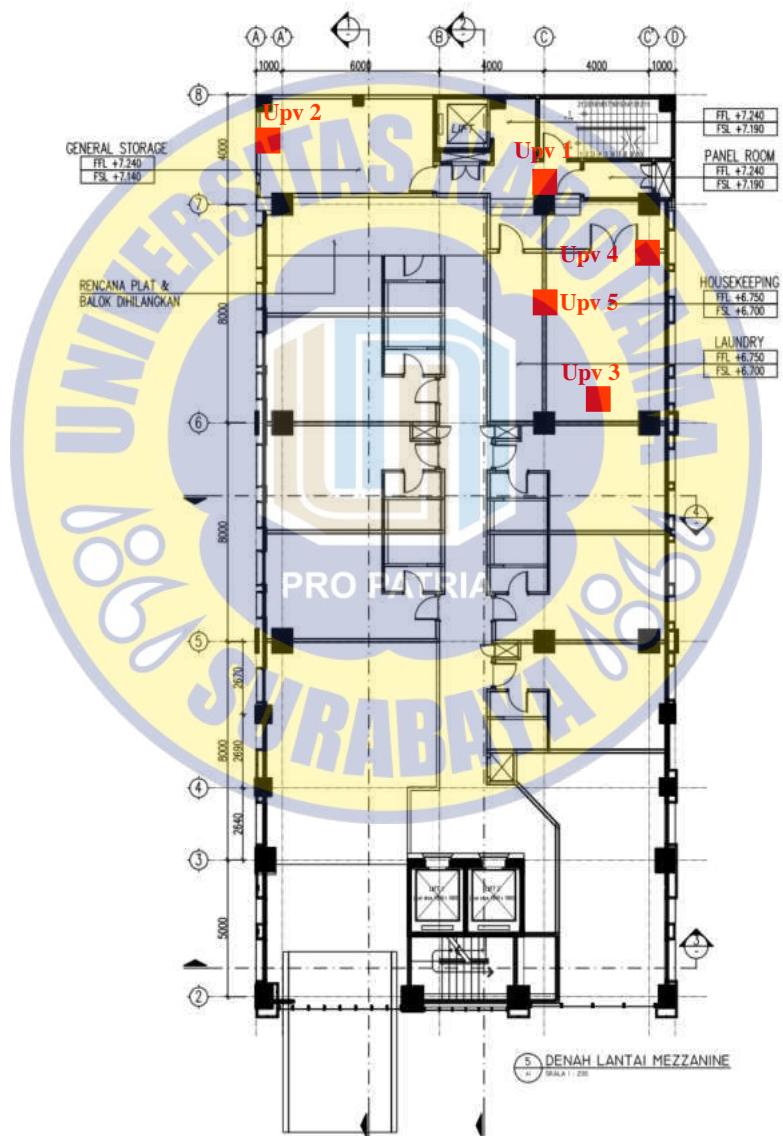
#### **4.3.2. Pengujian UPV (Ultrasonic Pulse Velocity Test)**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kepadatan beton dengan cara mengklasifikasikan nilai rata – rata yang didapat dari pengujian. Pada pengujian ini di lakukan di 13 titik dalam SNI ASTM C 597:2012 yang mengatur tidak secara spesifik menetapkan jumlah minimum pengujian namun yang harus

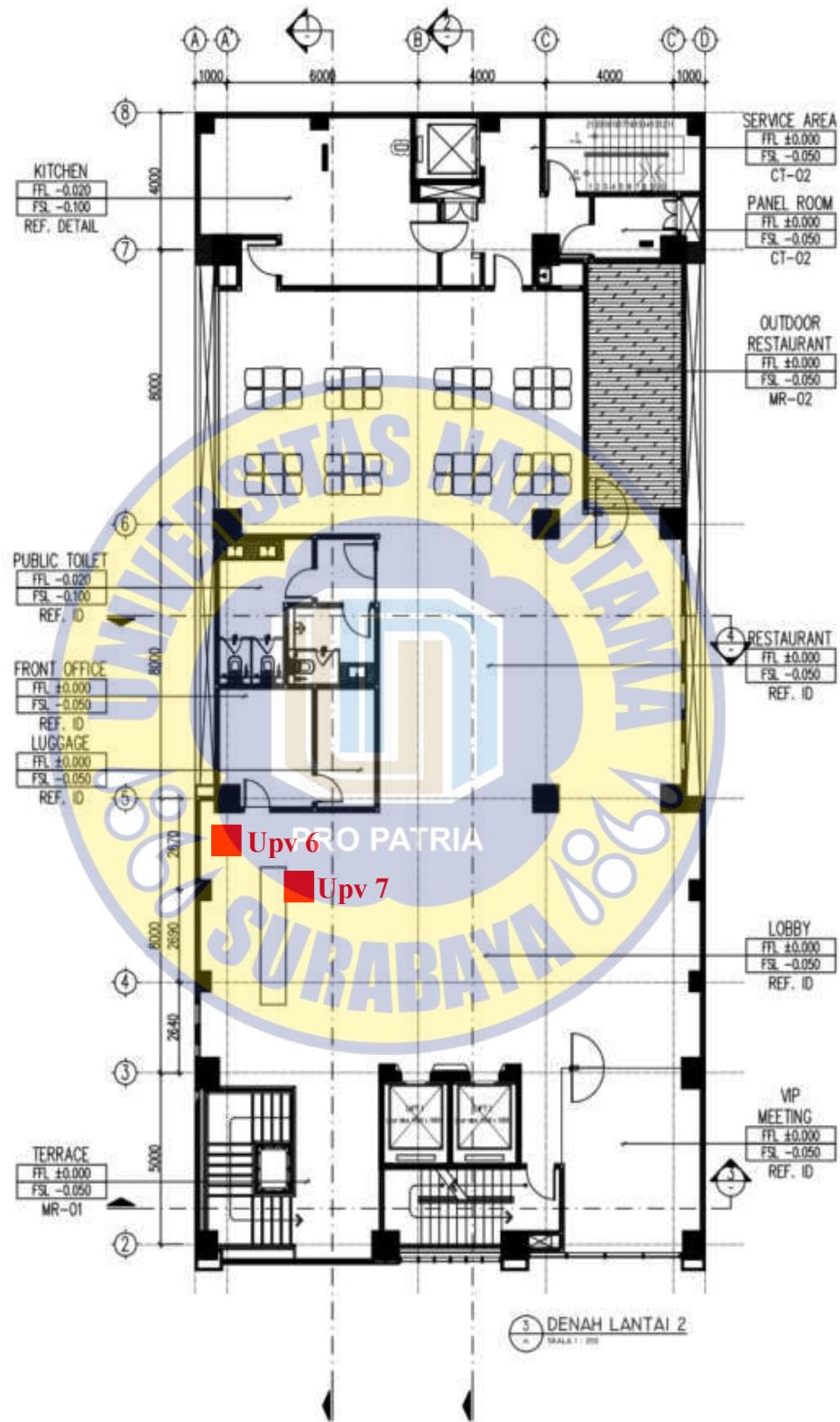
di hindari adalah jika kondisi visual yg rusak / permukaan retak. Untuk metode pengujian dapat dilihat pada bab 2. Berikut lokasi dan hasil UPV test :

#### 4.3.2.1.Lokasi Pengujian

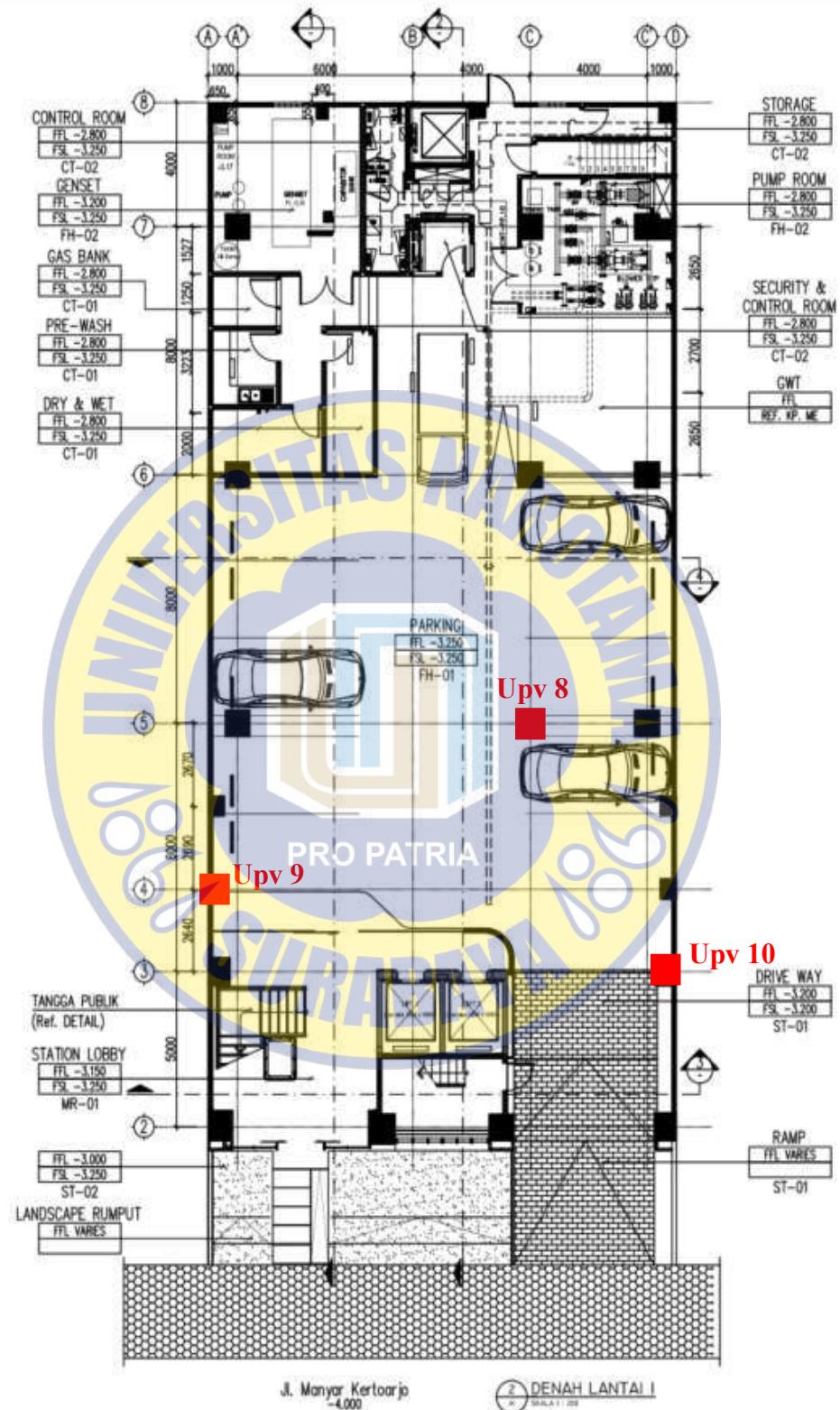
Pengujian UPV dilakukan secara merata pada elemen struktur yang ada sebagaimana gambar - gambar berikut ini:



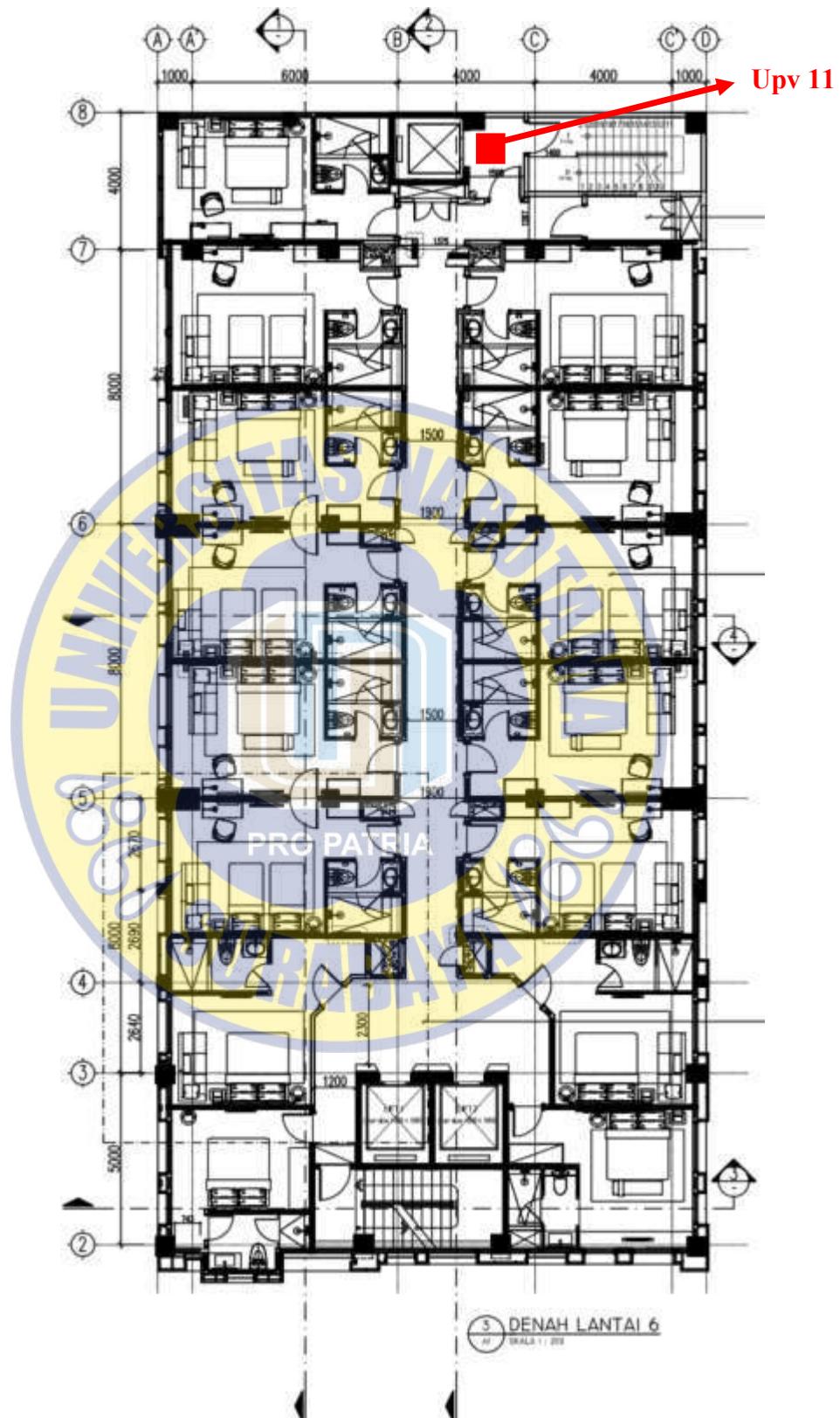
**Gambar 4. 14 Lokasi Pengujian UPV Pada Balok Lt Mezzanine**



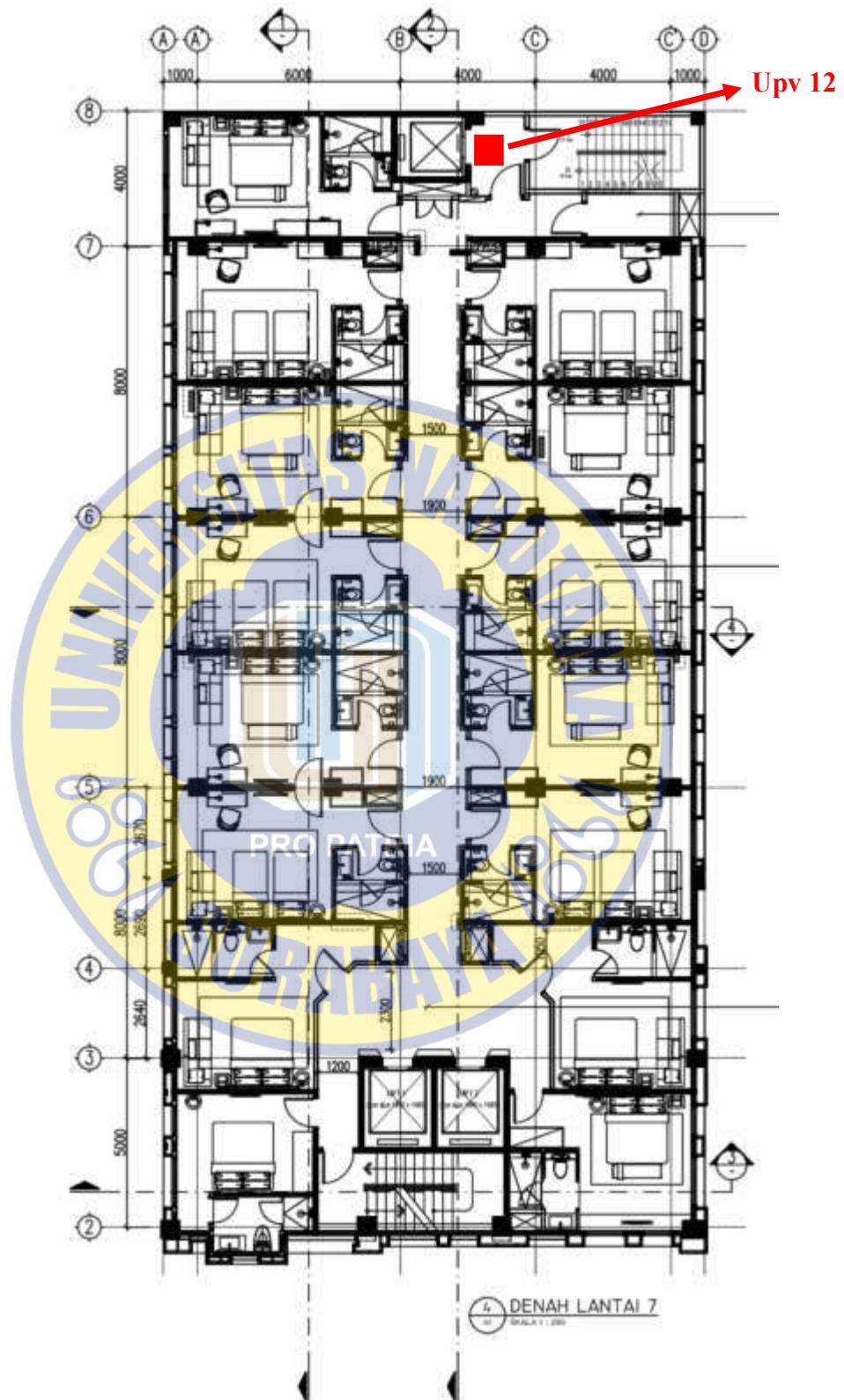
**Gambar 4. 15 Lokasi Pengujian UPV Pada Balok Lt 2**



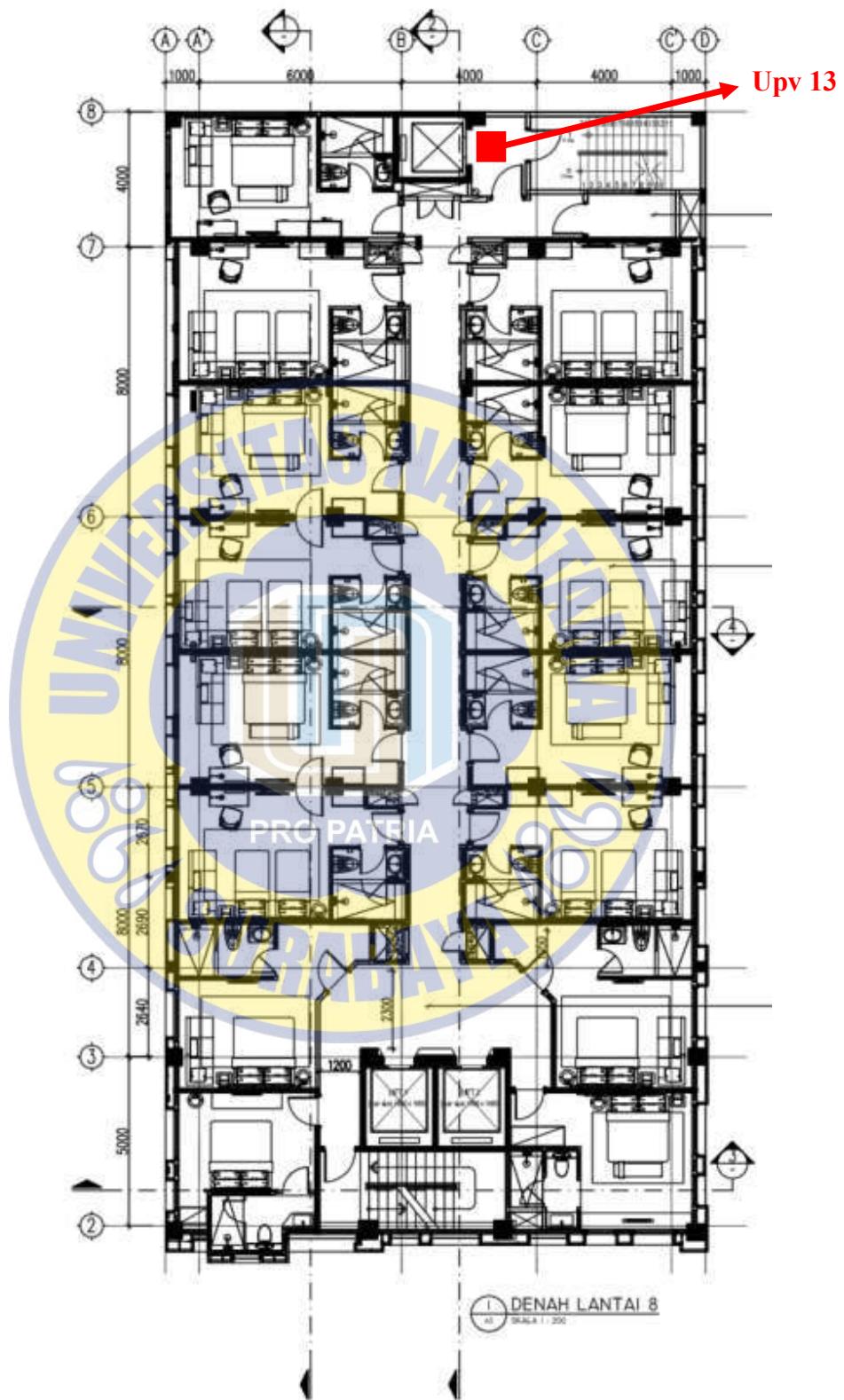
**Gambar 4. 16 Lokasi Pengujian UPV Pada Balok Lt 1 (Basement)**



*Gambar 4. 17 Lokasi Pengujian UPV Pada Pelat Lantai 6*



**Gambar 4. 18** Lokasi Pengujian UPV Pada Pelat Lantai 7



**Gambar 4. 19 Lokasi Pengujian UPV Pada Pelat Lantai 8**

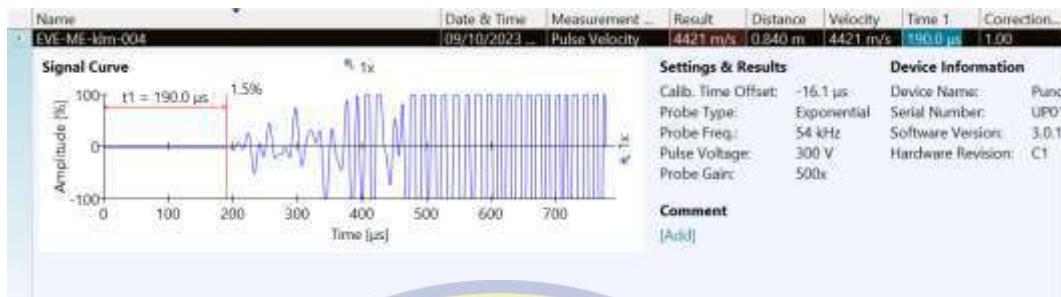
#### 4.3.2.2. Hasil Pengujian

Didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

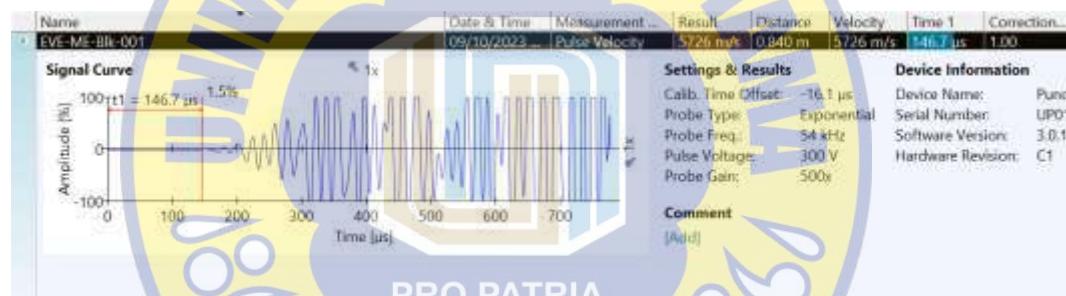
**Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kepadatan Beton Metode Direct Transmission**

No	Name / Kode		Lokasi	Hasil Velocity (m/s)	Klasifikasi
1	UPV 1	Kolom	as 7C Lt. Mezzanine	4421	Good
2	UPV 2	Balok	as 7-8A' Lt. Mezzanine	5726	Excellent
3	UPV 3	Balok	as 6'C-C' Lt. Mezzanine	4317	Good
4	UPV 4	Balok	as 6-7C' Lt. Mezzanine	3981	Good
5	UPV 5	Balok	as 6-7C Lt. Mezzanine	3905	Good
6	UPV 6	Balok	as 4-5A' Lt. 2	4905	Excellent
7	UPV 7	Balok	as 4' A'B Lt. 2	5000	Excellent
8	UPV 8	Kolom	as 5C' Lt. Basement	4329	Good
9	UPV 9	Kolom	as 4'A Lt. Basement	4397	Good
10	UPV 10	Kolom	as 3D Lt. Basement	3940	Good
11	UPV 11	Pelat	as 7-8 b-c Lt. 6	4011	Good
12	UPV 12	Pelat	as 7-8 b-c Lt. 7	3922	Good
13	UPV 13	Pelat	as 7-8 b-c Lt. 8	3857	Good
				Min	3857
				Max	5726
				Rata - Rata	4362

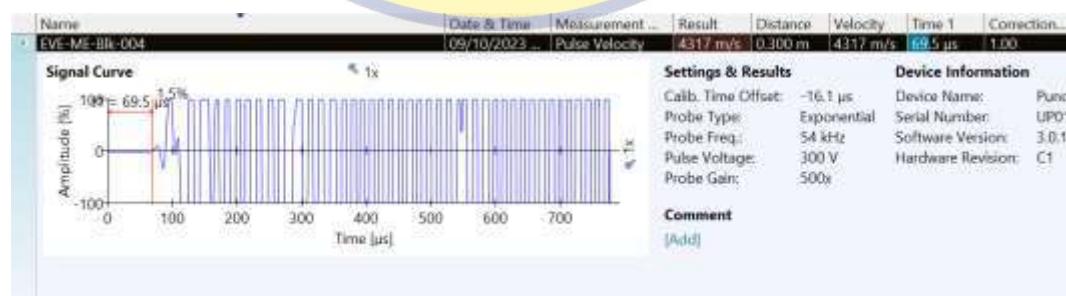
Berikut grafik hasil pengujian kepadatan beton dengan metode detect transmission:



**Gambar 4. 20** Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Kolom,  $V=4421$  m/s (Good)



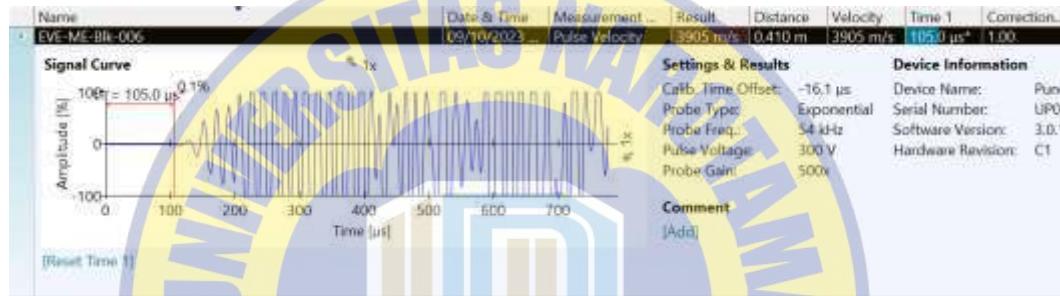
**Gambar 4. 21** Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Balok,  $V=5726$  m/s (Excellent)



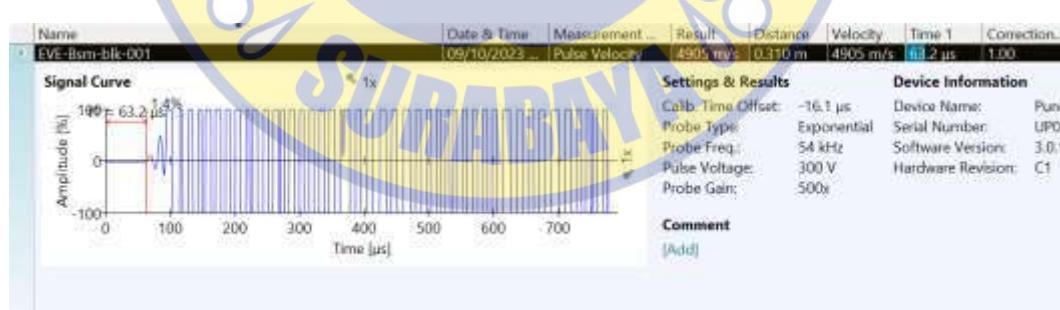
**Gambar 4. 22** Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Balok,  $V=4317$  m/s (Good)



**Gambar 4. 23 Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Balok,  $V=3981$  m/s (Good)**



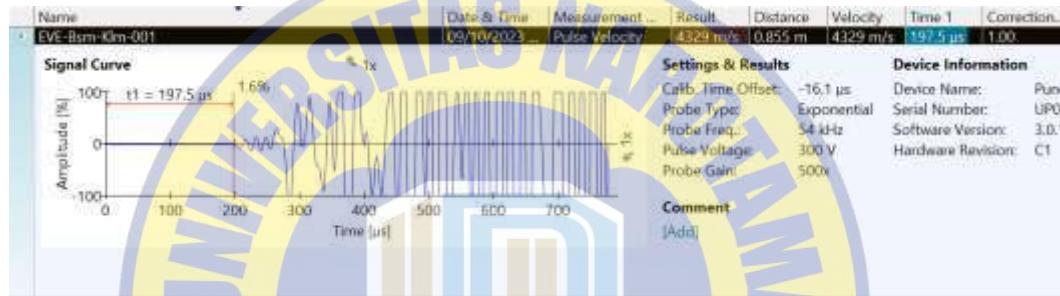
**Gambar 4. 24 Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Balok,  $V=3905$  m/s (Good)**



**Gambar 4. 25 Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Balok,  $V=4905$  m/s (Excellent)**



**Gambar 4. 26 Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Balok,  $V=5000$  m/s (Excellent)**



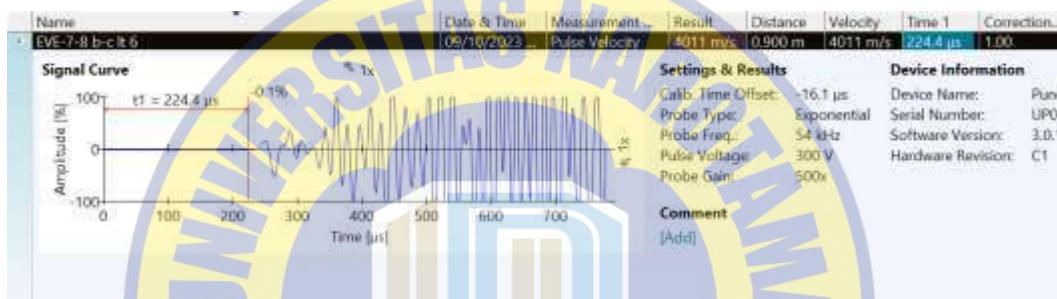
**Gambar 4. 27 Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Kolom  $V=4329$  m/s (Good)**



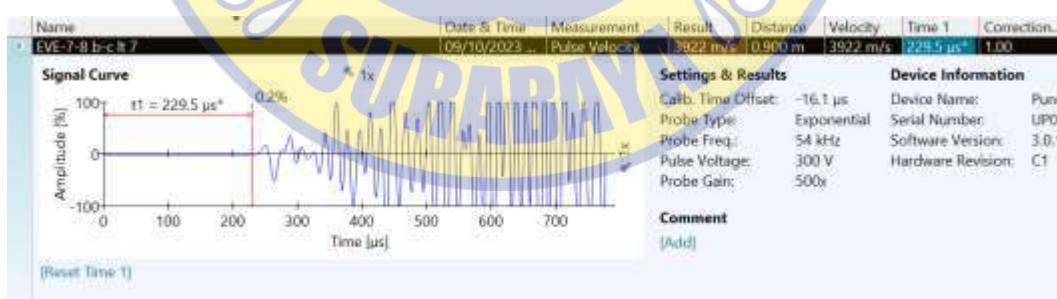
**Gambar 4. 28 Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Kolom,  $V=4397$  m/s (Good)**



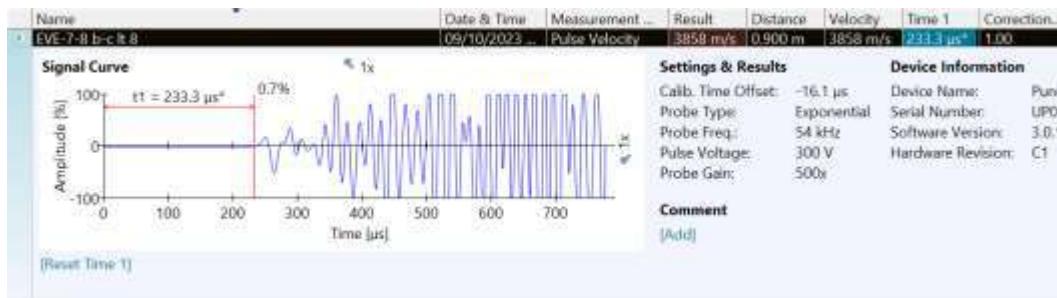
**Gambar 4. 29 Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Kolom,  $V=3940 \text{ m/s}$  (Good)**



**Gambar 4. 30 Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Pelat,  $V=4011 \text{ m/s}$  (Good)**



**Gambar 4. 31 Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Pelat,  $V=3922 \text{ m/s}$  (Good)**



**Gambar 4. 32 Hasil Grafik Pengujian UPV Direct Elemen Pelat,  $V=3857$  m/s (Good)**

#### 4.3.2.3. Rekapitulasi Pengujian

Dari hasil pengujian di atas maka dapat disimpulkan kepadatan beton sebagai berikut:

- Untuk Elemen Struktur Kolom dengan Metode Direct Transmisson, hasil cepat rambat gelombang rata-rata = 4272 m/s sehingga dapat digolongkan **kepadatan beton Good**.
- Untuk Elemen Struktur Balok dengan Metode Direct Transmisson, hasil cepat rambat gelombang rata-rata = 4639 m/s sehingga dapat digolongkan **kepadatan beton Excellent**.
- Untuk Elemen Struktur Pelat dengan Metode Direct Transmisson, hasil cepat rambat gelombang rata-rata = 3930 m/s sehingga dapat digolongkan **kepadatan beton Good**.

Sehingga dari beberapa pengujian kepadatan dengan UPV yang dilakukan secara direct pada bangunan ini dapat disimpulkan kepadatan beton pada umumnya berkisar **kepadatan beton Good hingga Excellent**.

#### 4.3.2.4. Dokumentasi Pengujian

Dokumentasi pelaksanaan pengujian Ultra Sonic Pulse Velocity (UPV) dapat dilihat pada gambar – gambar berikut ini:



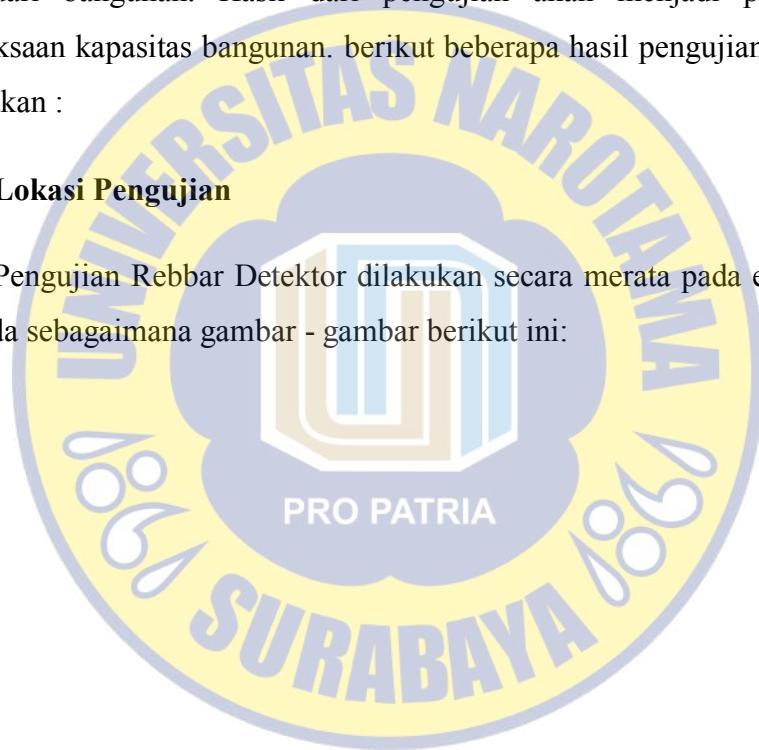
*Gambar 4. 33 Dokumentasi Pengujian Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)*

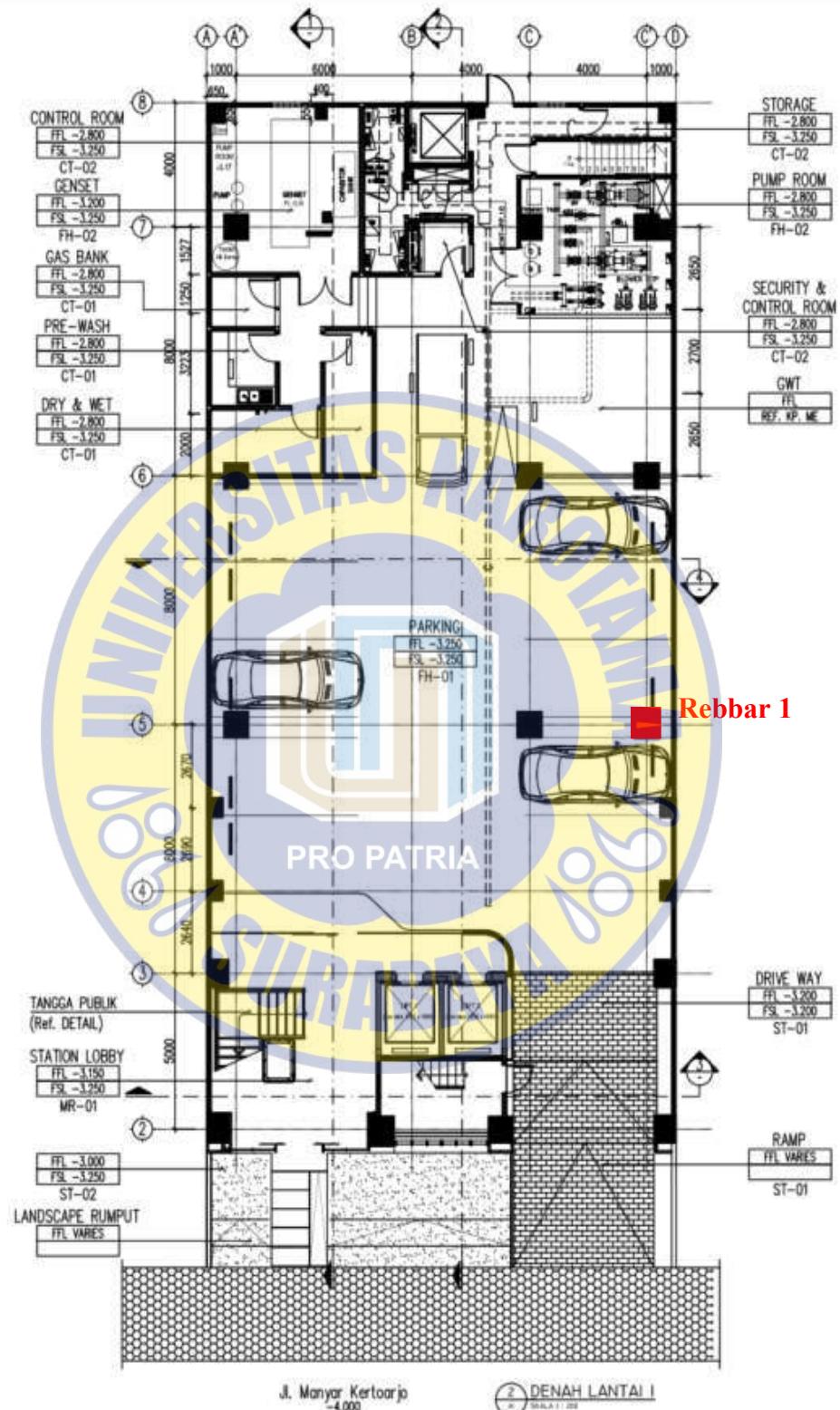
#### **4.3.3. Pengujian Rebar Detector**

Penentuan posisi tulangan (rebar) dilakukan pada elemen struktur. adapun alat yang digunakan adalah Rebar Detector Hilti Scanner PS 200. Standart yang digunakan SN 5005 262, DIN 1045, DGZfP B2, BS 1881; Part 204. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa konfigurasi detailing tulangan, jarak antar tulangan serta diameter tulangan yang terpasang. Di mana lokasi pengujian dilakukan khususnya pada elemen struktur utama seperti kolom, balok maupun pelat dari bangunan. Hasil dari pengujian akan menjadi panduan dalam pemeriksaan kapasitas bangunan. berikut beberapa hasil pengujian yang sudah dilaksanakan :

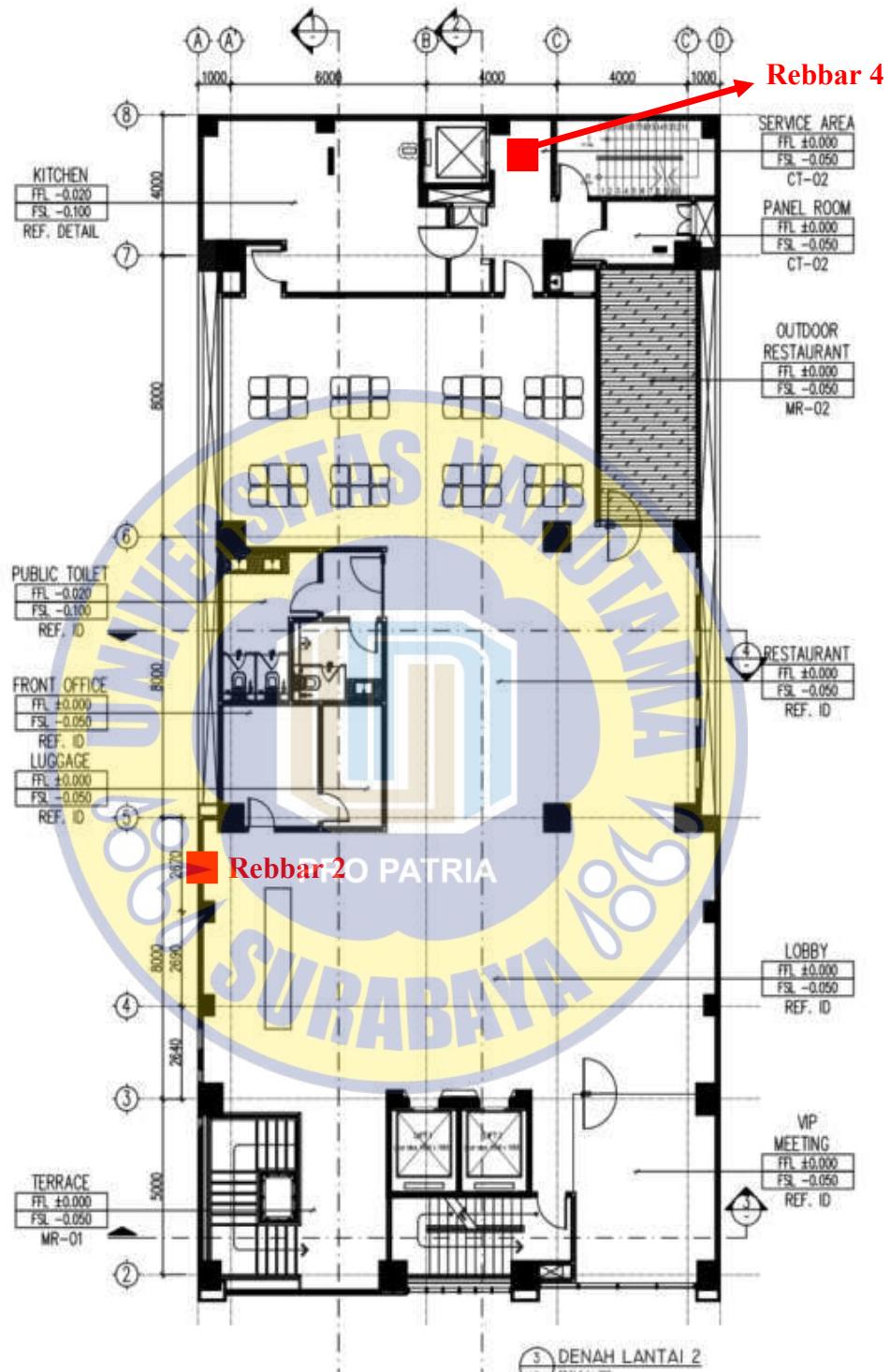
##### **4.3.3.1. Lokasi Pengujian**

Pengujian Rebar Detektor dilakukan secara merata pada elemen struktur yang ada sebagaimana gambar - gambar berikut ini:

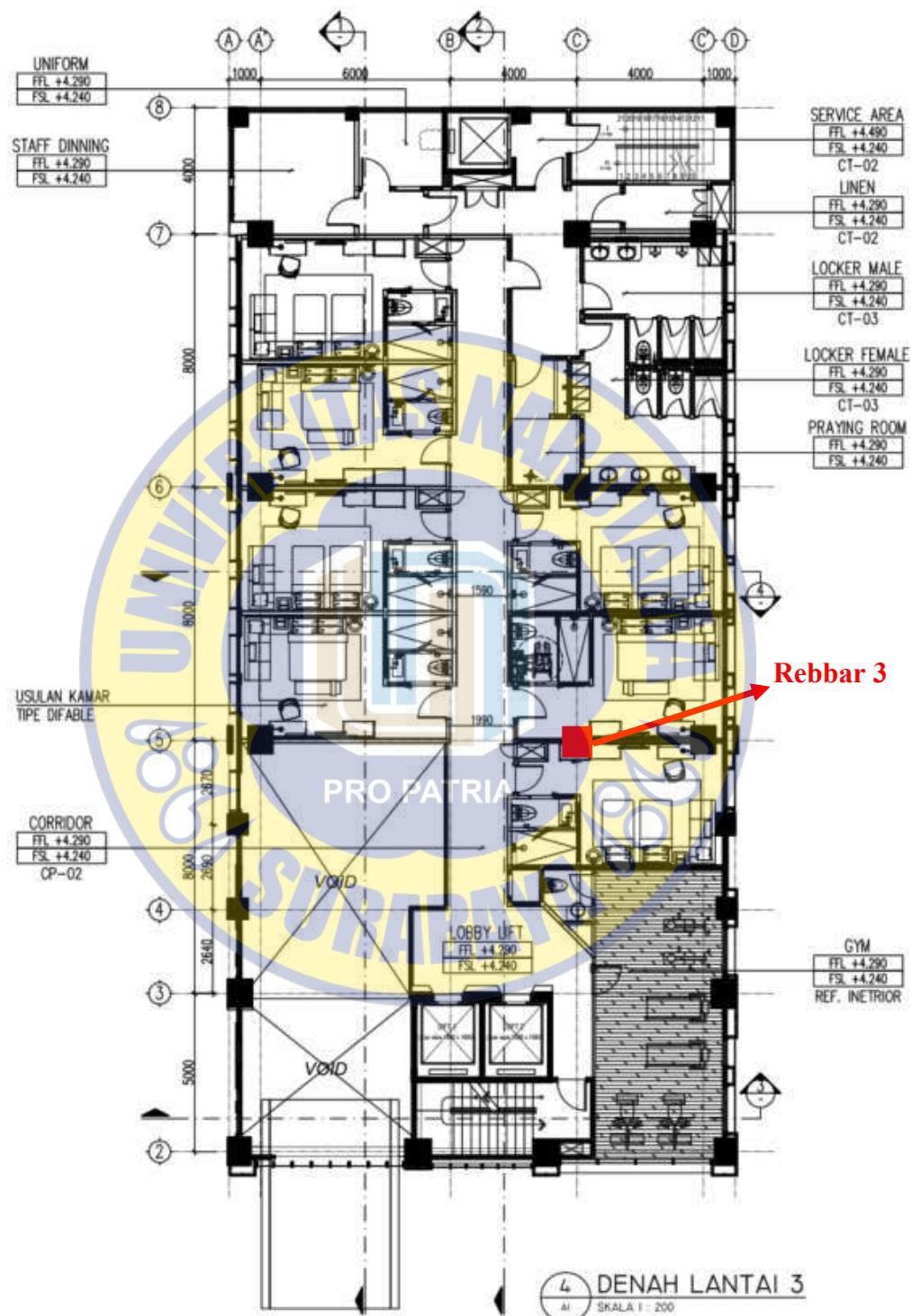




**Gambar 4. 34 Lokasi Pengujian Rebbar Detetector pada Lt 1 (Basement)**



*Gambar 4. 35 Lokasi Pengujian Rebbar Detetector pada Lt 2*



Gambar 4. 36 Lokasi Pengujian Rebbar Detetector pada Lt 3

#### 4.3.3.2. Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian rebar detector dengan hasil scan langsung alat didapatkan beberapa hasil sebagai berikut:

##### 1. Kolom as 3D Basement ➔

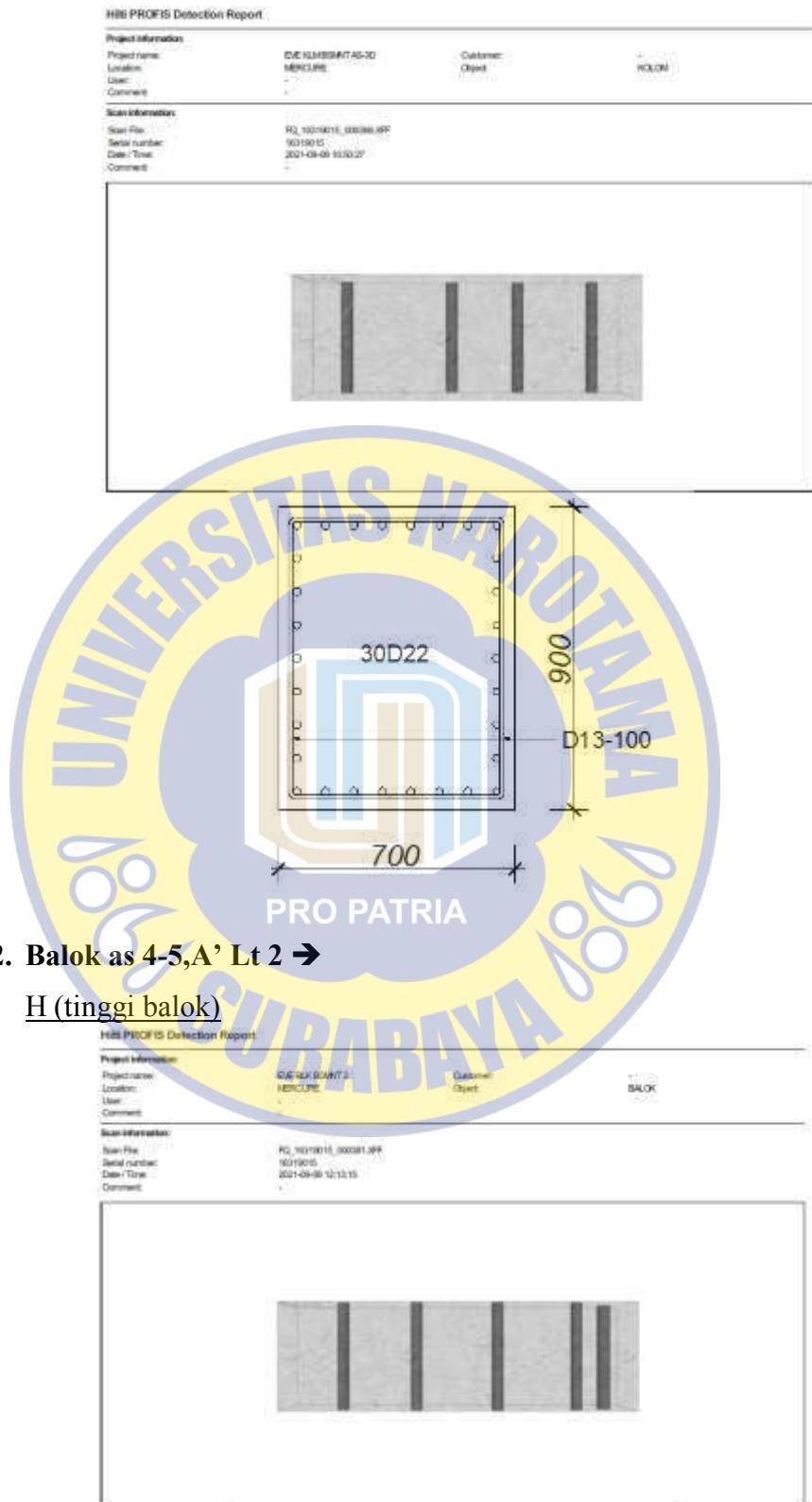
Arah X



Arah Y



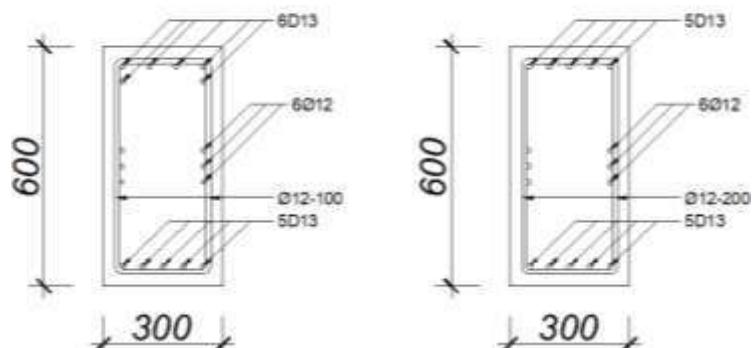
Sengkang



B (lebar balok)



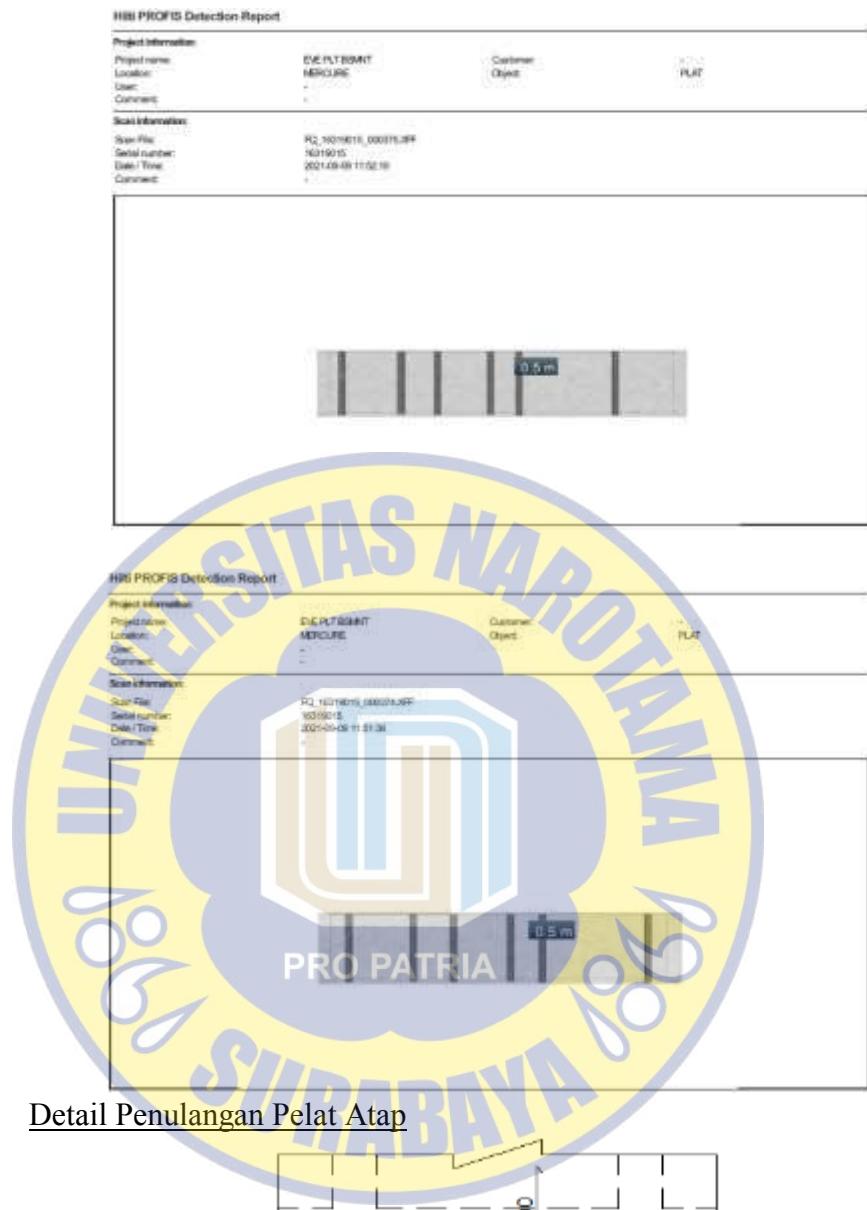
Sengkang



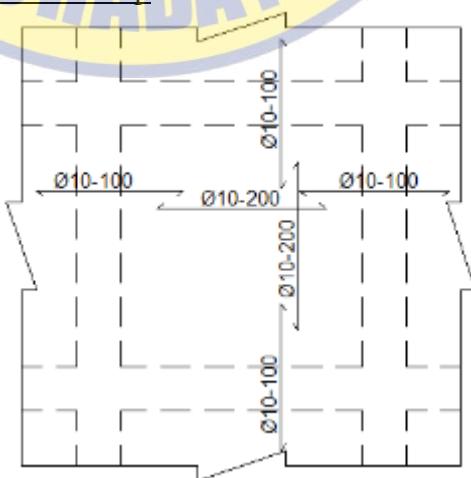
### 3. Kolom as 5C' Lt.3 ➔

## Longitudinal

#### 4. Pelat Lantai Lt.2 →



Detail Penulangan Pelat Atap



#### 4.3.3.3.Dokumentasi Pengujian

Dokumentasi pelaksanaan pengujian Rebbar Detector dapat dilihat pada gambar – gambar berikut ini:



**Gambar 4. 37** Dokumentasi Pengujian Rebbar Detector



**Gambar 4. 38 Dokumentasi Pengujian Rebar Detector**

#### 4.4. Pengujian Destruktif Test (DT)

Pengujian destruktif ini merupakan salah satu pengujian yang dilakukan dengan merusak elemen beton eksisting yang nantinya akan di tutup kembali dengan menggunakan grouting. Alat yang di gunakan diantaranya adalah

##### 4.4.1. Core Drill

Pengambilan sampel bor inti beton dilakukan berdasarkan ASTM C42-90. Di mana hal ini tergolong sebagai destructive test di mana sampel diambil dengan menggunakan mata bor sehingga didapatkan sampel inti beton. Adapun panjang dari sampel silinder beton setidaknya berkisar 1,9 sampai 2,1 kali diameter. Bila melebihi 2,1 kali diameter, maka panjang sampel harus dikurangi, sedangkan bila berdasarkan kondisi di lapangan panjang sama atau kurang dari 1,75 harus dikalikan dengan faktor koreksi kekuatan tekan sebagai berikut :

Rasio Panjang / Diameter (L/D)	Faktor Koreksi Kekuatan
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

(Gunakan interpolasi untuk rasio selain tersebut di atas).

Setelah itu, sampel bor inti beton akan dibuat menjadi benda uji tekan silinder. Di mana sampel berupa silinder core drill tersebut, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian terhadap kekuatan tekan beton.

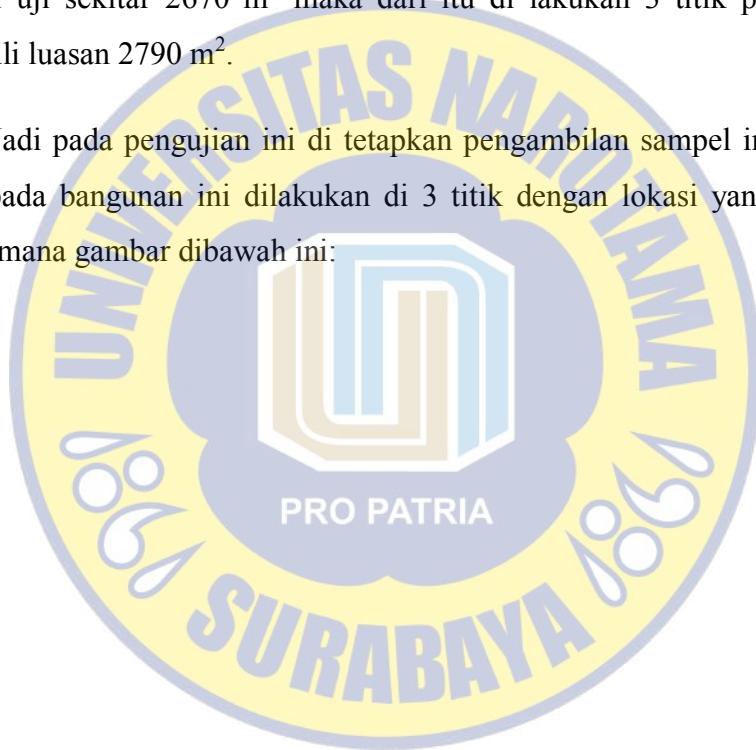
##### 4.4.2. Pengambilan Sampel Beton Coredrill

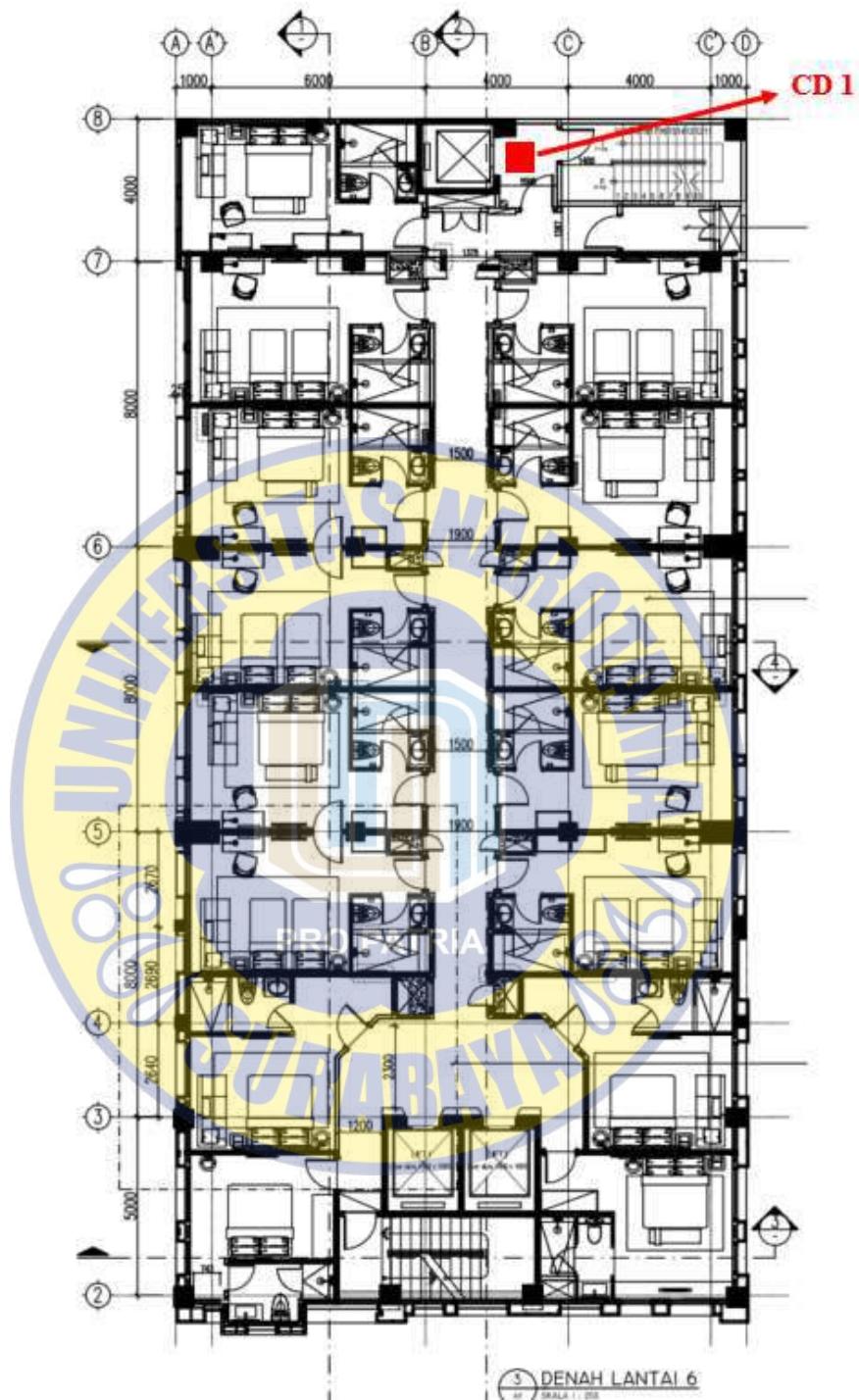
Menurut ACI 369.1M-17 Standard Requirements for seismic evaluation and retrofit of existing concrete building :

- Pasal 2.2.4.2.2 (a) minimum core test : 3 titik di setiap luas area 930 m<sup>2</sup>
- Namun pada pasal 2.2.4.2.2 juga di jelaskan pada tiap elemen penahanan seismic di butuhkan minimum 3 titik sampel test.
- Dan juga di jelaskan pada pasal 2.2.4.2.2 minimal total test adalah 6 titik pada tiap bangunan.

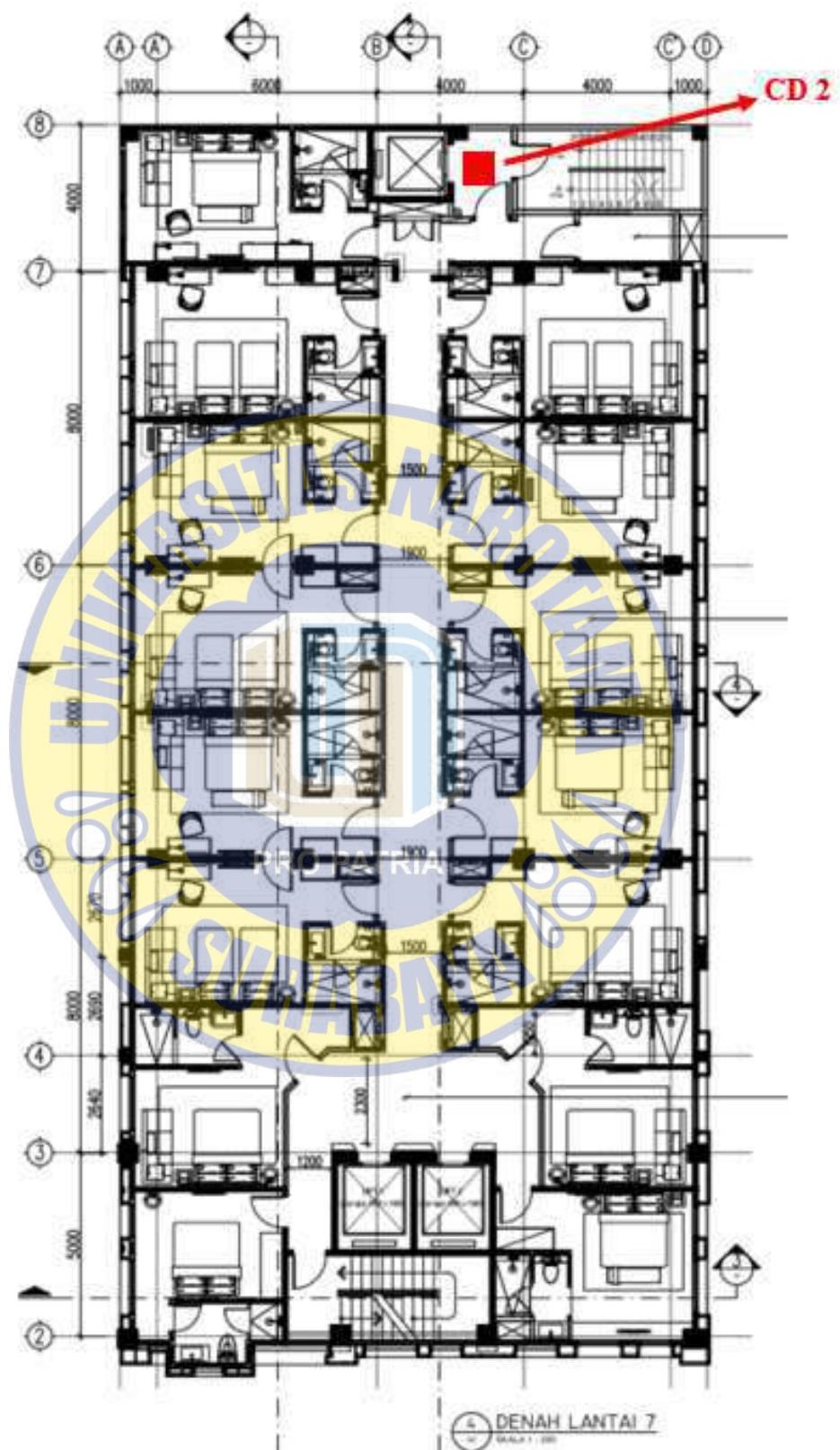
Menurut sni 1 titik core drill mewakili luasan 930 m<sup>2</sup>, sedangkan luasan bangunan yang di uji sekitar 2670 m<sup>2</sup> maka dari itu di lakukan 3 titik pengujian, yang mewakili luasan 2790 m<sup>2</sup>.

Jadi pada pengujian ini di tetapkan pengambilan sampel inti beton (Core Drill) pada bangunan ini dilakukan di 3 titik dengan lokasi yang dapat dilihat sebagaimana gambar dibawah ini:

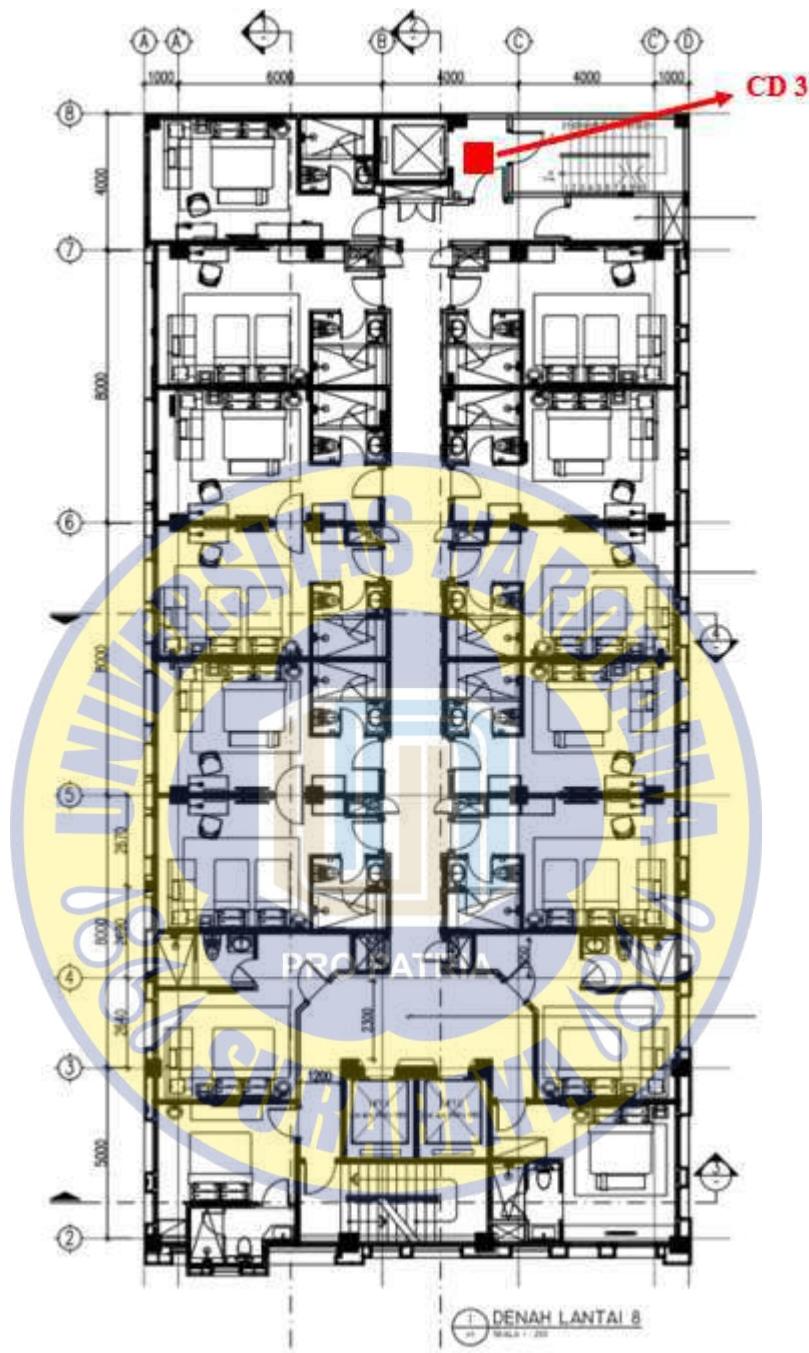




**Gambar 4. 39 Lokasi Pengambilan Sampel Core Drill CD 1 Lantai 6**



**Gambar 4. 40 Lokasi Pengambilan Sampel Core Drill CD 2 Lantai 7**



**Gambar 4. 41 Lokasi Pengambilan Sampel Core Drill CD 3 Lantai \***

Setelah proses core drill selesai dilakukan dan mendapatkan sampel inti beton dengan jumlah 3 sampel sesuai lokasi yang berada pada gambar diatas. maka tahap selanjutnya adalah proses core log. Berikut hasil core log pada tiap sampel core drill :



*Gambar 4. 42 Sampel Core Drill CD 1*



*Gambar 4. 43 Sampel Core Drill CD 2*



*Gambar 4. 44 Sampel Core Drill CD 3*

#### 4.4.3. Dokumentasi Pengambilan / Pelaksanaan

Dokumentasi dari sampel inti beton yang terambil dan pelaksanaan pengujian destruktif dengan core drill dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini.



**Gambar 4. 45 Dokumentasi Pengambilan Sampel Kuat Tekan Benda Uji Silinder**

#### 4.5. Pengujian Laboratorium Kuat Tekan Sampel Inti Beton

Hasil sampel beton yang terambil pada pengujian destruktif dengan core drill sebanyak 3 buah kemudian dipotong dan dibentuk menjadi benda uji tekan silinder beton sebagaimana data pada Core Log. Benda uji ini kemudian dilakukan pengujian kuat tekan di laboratorium dengan alat Universal Testing Machine – UTM kapasitas 200 ton sesuai SNI 1974:2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Di mana kuat tekan dari sampel silinder beton didapat dengan membagi beban tekan maksimum dengan luas permukaan tekan dari sampel dan memperhatikan faktor koreksi akibat perbandian panjang dan diameter sampel.



*Gambar 4. 46 Alat Universal Testing Machine – UTM Kapasitas 200 Ton*

##### 4.5.1. Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, didapatkan hasil kuat tekan dari benda uji silinder sebagaimana berikut untuk kuat tekan benda uji silinder.

- $f_c'$  min = 19,87 MPa (setara  $K = 224,1 \text{ kg/cm}^2$ )
- $f_c'$  max = 30,27 MPa (setara  $K = 371,9 \text{ kg/cm}^2$ )
- $f_c'$  rata – rata = 25,61 MPa (setara  $K = 314,6 \text{ kg/cm}^2$ )

**Tabel 4. 5 Hasil Uji Kuat Tekan Sampel Beton Bertulang**

	<b>LABORATORIUM BETON, MATERIAL MAJU DAN KOMPUTASI MEKANIK</b> DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLIO SURABAYA 60111 TELP. 5931223, 5994251-55 PES. 1147, 5947284 FAX. (031) 5927650				
HASIL TEKAN BENDA UJI CORE DRILL					
No. 01421.09 / LB3 / 2023					
Permitaan dari	TIM SLF HOTEL MERCURE MANYAR - SURABAYA				
Diterima tanggal	15 September 2023				
Untuk Pekerjaan	SLF HOTEL MERCURE MANYAR - SURABAYA				
Banyaknya	3 ( tiga ) buah sample core drill beton				
No.	Bahan	Jaman	CD-1	CD-2	CD-3
1.	Lokasi		Pelat Lantai 6	Pelat Lantai 7	Pelat Lantai 8
2.	Tanggal luar		-	-	-
3.	Tanggal Test		15 September 2023	16 September 2023	16 September 2023
4.	Uraian	hari	-	-	-
5.	Diameter, D	cm	50.00	50.00	50.00
6.	Tiegi, L	cm	100.00	100.00	100.00
7.	Berat	gram	1531.08	2015.09	1793.08
8.	Berat jatah	kg/cm <sup>2</sup>	2.41	2.44	2.45
9.	Debu Tekan Maksimum, P	kg	17700	17309	18808
10.	Luas Penampang Beton, A	cm <sup>2</sup>	63.62	63.62	63.62
11.	P / A (atau deretan cor)	kg/cm <sup>2</sup>	215.35	271.94	295.52
12.	L / D		7.31	1.44	1.28
13.	Faktor Kereka Kunci L / D, K 1		0.896	0.453	0.934
Tulangan Melintang					
14.	$\phi$ r.	mm	-	-	10
	*	mm	-	-	65
15.	Faktor Kereka Tulangan, K 2		1.80	1.00	1.07
16.	Compressive Strength				
16a.	Silinder Ø 9.0 cm	kg/cm <sup>2</sup>	192.93	253.14	294.01
16b.	Silinder Ø 15.30 cm (16a x 1.05) silinder Ø 9.0 cm	kg/cm <sup>2</sup>	282.60	272.12	308.71
		MPa	19.87	26.69	30.27
	Rata-rata	MPa		25.61	
16c.	Kelar 75x75x75cm (16b / 0.83)	kg/cm <sup>2</sup>	244.16	327.85	351.04
	Rata-rata	kg/cm <sup>2</sup>		314.63	

Catatan :

1. Pengujian menurut SNI 1974 :2011 ( cara uji kuat tekan silinder )  
 2. Benda uji yang diterima berbentuk silinder hasil core drill  
 3. Hasil uji tersebut data berdasarkan rata-rata yang diterima

Surabaya, 22 September  
 Kepala

PRO PATRIA

Prof. Dr. Ir. Syaiful Hadi, M.Eng.  
 NIP. 196201011992010101

#### 4.5.2. Dokumentasi Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton

Dokumentasi dari sampel inti beton yang dilakukan tes tekan dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini.



*Gambar 4. 47 Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada CD-1*



**Gambar 4. 48 Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada CD-2**



*Gambar 4. 49 Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pada CD-3*

#### 4.6. Pengujian Laboratorium Kuat Tarik Sampel Baja Tulangan

Dari lokasi yang ada, terdapat sampel baja tulangan yang dapat diambil yaitu dari penulangan pelat tangga darurat. Dari sekian sampel tersebut, dipilih sebanyak 3 (tiga) buah sampel baja tulangan yang kemudian dibentuk menjadi benda-benda uji tarik baja tulangan. Adapun sampel baja tulangan yang diambil adalah sebagai berikut.

**Tabel 4. 6 Sampel Baja Tulangan yang Digunakan**

No	Asal Sampel	Diameter Asli	Tipe Tulangan
1	Pelat tangga darurat	Ø 6	Polos
2	Pelat tangga darurat	Ø 6	Polos
3	Pelat tangga darurat	Ø 6	Polos

##### 4.6.1. Hasil Pengujian

Sampel baja tulangan yang telah dibentuk menjadi benda uji kemudian diuji kekuatan tariknya menggunakan alat UTM sesuai SNI 2052:2014. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah:

**rata-rata kuat leleh  $f_yr = 492.54$  MPa**

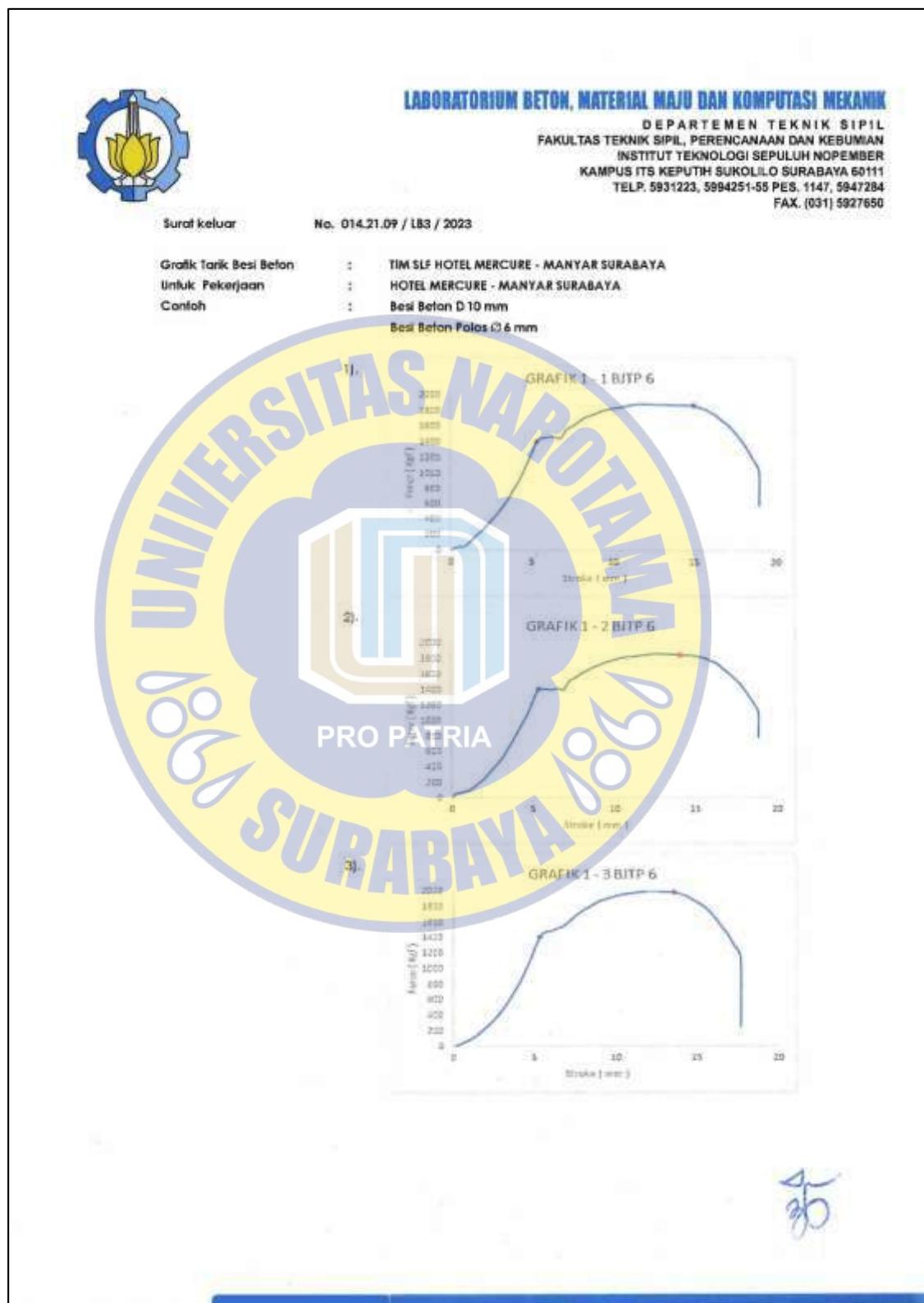
**kuat leleh minimum  $f_y min = 488.95$  MPa.**

Menurut BjTP 280 kuat leleh Min. 280 MPa, baja tulangan eksisting dari gedung serbaguna ini memenuhi untuk baja Tulangan Polos

**Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja**

	<b>LABORATORIUM BETON, MATERIAL MAJU DAN KOMPUTASI MEKANIK</b> DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLILO SURABAYA 60111 TELP. 5931223, 5994251-55 PES. 1147, 5947284 FAX. (031) 5927650											
<b>HASIL UJI TARIK BAJA TULANGAN BETON</b>												
No. 014.21.09 / I33 / 2023												
Dikirim oleh	TIM SLF HOTEL MERCURE - MANYAR											
	Tanggal : SURABAYA 15 September 2023											
Untuk Pekerjaan	HOTEL MERCURE - MANYAR SURABAYA											
	Contoh : Besi Beton D 10 mm Di Bubul menjadi Ø 6mm											
No.	Berat	Diameter	Luas Penampang mm <sup>2</sup>	Kuat Lebih (fy)			Kuat Tarik (fs)			Regangan Putus (%)	Kel. Produk	
	No.	kg/mm <sup>2</sup>		mm	kg	kg/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kg	kg/mm <sup>2</sup>			N/mm <sup>2</sup>
1	-	6.00	28,27	1415,23	50,05	491,03	1896,02	67,06	657,84	24,28	-	
2	-	6.00	28,27	1407,26	49,94	483,95	1873,12	64,32	650,59	24,66	-	
3	-	6.00	28,27	1404,26	50,73	497,63	2007,51	71,00	696,52	24,12	-	
<b>Catatan:</b>												
1. Pengujian ini menurut : SNI 2052 : 2017. 2. Untuk mengelihui m.su dapat dilihat pada kolom 6 atau 7. 3. 1 kg/mm <sup>2</sup> = 9,81 N/mm <sup>2</sup> . 4. Hasil uji membutuh data berdasarkan contoh yang kami terima												

**Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja (lanjutan)**



#### 4.6.2. Dokumentasi Pengujian Kuat Tarik Baja

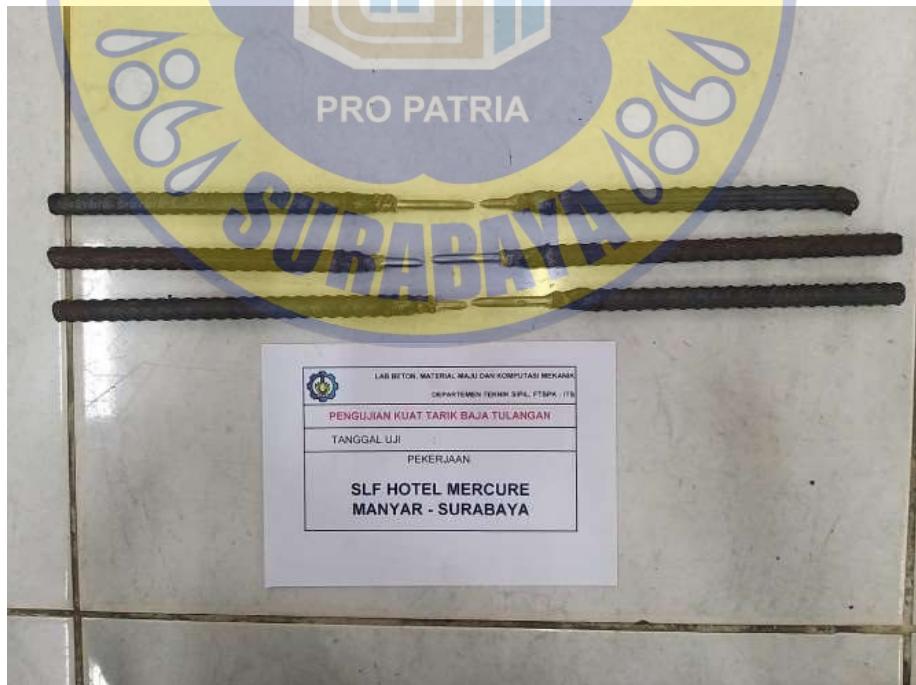


*Gambar 4. 50 Dokumentasi Sampel Baja Tulangan yang Diuji Kuat tarik*





*Gambar 4. 51 Dokumentasi Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan*



*Gambar 4. 52 Dokumentasi Sampel Baja Tulangan Setelah Pengujian Kuat Tarik*

## 4.7. Evaluasi Hasil Pengujian Laboratorium

Setelah dilakukan pengujian di lapangan terhadap struktur eksisting. didapatkan hasil berupa kondisi terkini struktur yang terdiri dari keadaan fisik struktur dan mutu material elemen struktur eksisting. Tahap selanjutnya adalah perlunya dilakukan evaluasi kondisi struktur terhadap hasil pengujian yang sudah dilakukan

### 4.7.1. Evaluasi Mutu Beton Eksisting

Untuk mengetahui apakah mutu beton eksisting hasil tes tekan ini memenuhi persyaratan mutu material beton berdasarkan peraturan maka dilakukan evaluasi mutu beton berdasarkan SNI 2847 2019 pasal 26.12.4.1 (d) yang menyebutkan bahwa kuat tekan beton di daerah yang diwakili hasil uji beton inti dinilai memenuhi syarat jika dua hal berikut dipenuhi :

- Kuat tekan rata – rata beton inti minimal 85% dari  $f'c$ .
- Tidak ada satupun kuat tekan inti beton yang kurang dari 75% dari  $f'c$ .

### 4.7.2. Evaluasi Berdasarkan Kuat Tekan Koredrill

Berdasarkan hasil dari uji kuat tekan material beton eksisting didapatkan evaluasi mutu beton sebagai mana di bawah.

Syarat :

Mutu Beton rata – rata  $\rightarrow 0.85 f'c' = 20,83 \text{ MPa}$ ,

Mutu Beton minimum  $\rightarrow 0.75 f'c' = 18. \text{ MPa}$ .

**Tabel 4. 9 Evaluasi Mutu Beton**

No	Lokasi	Tegangan Tekan Beton	Evaluasi Pengujian Dengan Hasil	
		(Mpa)	Kuat Tekan Rendah	
CD 1	Pelat	19,87	SNI 6880:2016 pasal 1.5.6.2	CEK
CD 2	Pelat	26,69		
CD 3	Pelat	30,27		
Rata - Rata		25,61	> 0,85 $f_c'$ = 20,83	OK
Minimum		19,87	> 0,75 $f_c'$ = 18,38	OK

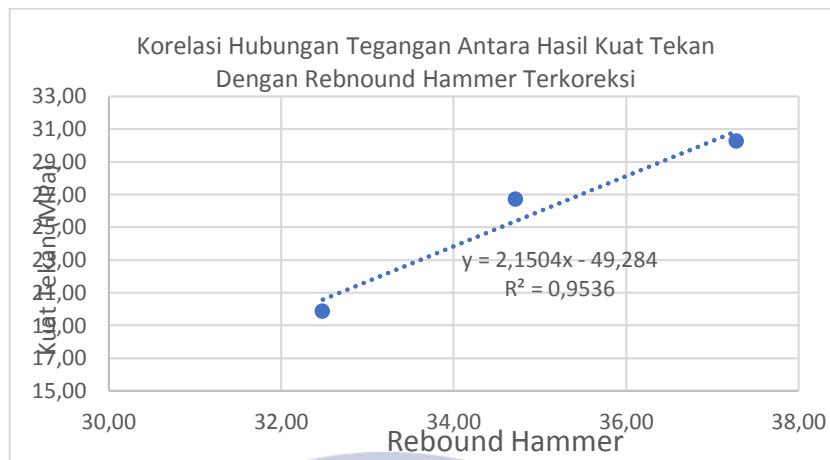
Maka dari hasil evaluasi ini dapat disimpulkan bahwa mutu beton eksisting sesuai uji kuat tekan inti beton **memenuhi batas minimum dan batas rata-rata** mutu beton yang dipersyaratkan oleh SNI 2847 2019. Rata – rata mutu kuat tekan beton  **$f_c' 25,61 \text{ MPa}$**  yang selanjutnya bisa digunakan untuk analisa permodelan eksisting.

#### **4.7.3. Evaluasi Berdasarkan Korelasi Rebound Hammer Dengan Kuat Tekan Beton**

Penetapan besarnya kuat tekan beton dengan hasil uji Tes Hammer (Palu Beton) ini dapat dilakukan dengan mencari persamaan umum hubungan (korelasi) antara kuat tekan sampel inti beton hasil coredrill dengan nilai rebound hammer pada lokasi sekitar coredrill.

**Tabel 4. 10 Korelasi Rebound Hammer dengan Kuat Tekan Beton**

No.	Elemen Struktur	Lokasi (As)	Rebound Terkoreksi Sudut	Kuat Tekan Inti Beton $f_c'$ (Mpa)
			X	Y
1	Plat Lt.6	B-C / 7-8	37,28	30,27
2	Plat Lt.7	B-C / 7-8	34,72	26,69
3	Plat Lt.8	B-C / 7-8	32,49	19,87



**Gambar 4. 53** Grafik Regresi Korelasi Rebound Hammer & Kuat Tekan Beton

Hubungan antara Rebound hammer terkoreksi dengan kuat tekannya ( $fc'$ ) sesuai dengan hasil regresi antara kuat tekan core drill dengan hasil tes hammer pada posisi core drill sebagaimana persamaan regresi korelasi kuat tekan dengan nilai hammer pada sekitar lokasi core drill  $y = 2,1504x - 49,284$

Maka seluruh hasil rebound hammer dapat dirubah menjadi kuat tekan beton sebagaimana tabel berikut

**Tabel 4. 11** Hasil Korelasi Terhadap Rebound Hammer Dengan Kuat Tekan

No.	Elemen Struktur	Lokasi (As)	Rebound Terkoreksi Sudut	fc' Korelasi (Mpa)
			X	Y
1	Balok	5/A'-B	42,60	42,32
2	Balok	4-5/A'	32,60	20,82
3	Balok	5/C-C'	41,80	40,60
4	Balok	6-7/C'	42,90	42,97
5	Kolom	5/C'	36,00	28,13
6	Kolom	4'/A	39,32	35,27
7	Kolom	3/D	40,30	37,38
8	Kolom	8/A	38,10	32,65
9	Kolom	7/C	34,80	25,55
Max				37,38
Min				25,55
Rata - Rata				31,79

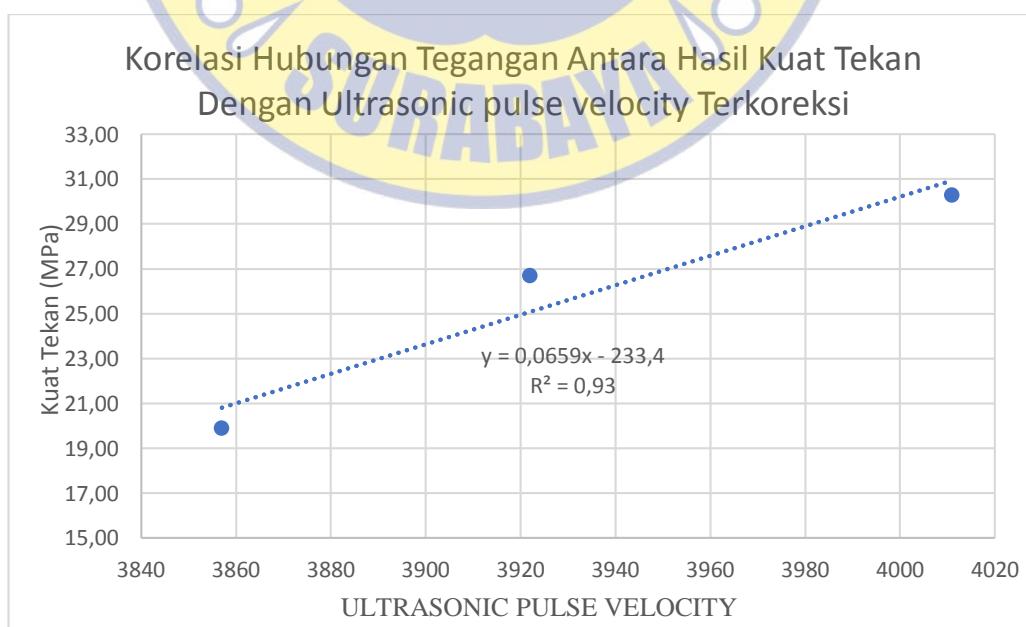
Maka dari hasil evaluasi ini di atas dapat disimpulkan bahwa hasil hammer pada balok dan kolom yang telah dikorelasi dengan kuat tekan beton **memenuhi batas minimum (25,55 MPa) dan batas rata-rata (31,79 MPa)** mutu beton yang dipersyaratkan oleh SNI.

#### 4.7.4. Evaluasi Berdasarkan Korelasi UPV dengan Kuat Tekan Beton

Penetapan besarnya kuat tekan beton dengan hasil uji UPV ini dapat dilakukan dengan mencari persamaan umum hubungan (korelasi) antara kuat tekan sampel inti beton hasil coredrill dengan nilai cepat rambat UPV pada lokasi sekitar coredrill.

**Tabel 4. 12 Korelasi Cepat Rambat UPV dengan Kuat Tekan Beton**

No	Elemen Struktur	Lokasi (As)	velocity	Lab
			(m/s)	(Mpa)
			X	Y
1	Pelat	as 7-8 b-c Lt. 6	4011	30,27
2	Pelat	as 7-8 b-c Lt. 7	3922	26,69
3	Pelat	as 7-8 b-c Lt. 8	3857	19,87



**Gambar 4. 54 Grafik Regresi Korelasi Cepat Rambat UPV & Kuat Tekan Beton**

Dari gambar hasil regresi diatas didapatkan persamaan regresi korelasi kuat tekan dengan nilai UPV Test sebagaimana berikut:

$$y = 0.0659x - 233,4$$

Berdasarkan persamaan diatas. maka seluruh hasil UPV Test dapat dirubah menjadi kuat tekan beton sebagaimana Tabel berikut:

**Tabel 4. 13 Hasil Kolerasi Balok Terhadap Cepat Rambat UPV**

No	Elemen Struktur	Lokasi (As)	Hasil Velocity (m/s)	Lab (Mpa)
1	Kolom	as 7C Lt. Mezzanine	4421	57,94
2	Balok	as 7-8A' Lt. Mezzanine	5726	143,94
3	Balok	as 6'C-C' Lt. Mezzanine	4317	51,09
4	Balok	as 6-7C' Lt. Mezzanine	3981	28,95
5	Balok	as 6-7C Lt. Mezzanine	3905	23,94
6	Balok	as 4-5A' Lt. 2	4905	89,84
7	Balok	as 4' A'B Lt. 2	5000	96,10
8	Kolom	as 5C' Lt. Basement	4329	51,88
9	Kolom	as 4'A Lt. Basement	4397	56,36
10	Kolom	as 3D Lt. Basement	3940	26,25
Min			3905	23,94
Max			5726	143,94
Rata - Rata			4492	62,63

Maka dari hasil perumusan regresi korelasi nilai UPV dengan kuat tekan beton sebagaimana tabel di atas dapat disimpulkan bahwa mutu material beton eksisting dapat diprediksi sesuai dengan mutu beton K-300 atau yang setara dengan  $f_c' = 25$  MPa.

#### 4.7.5. Evaluasi nilai hasil perbandingan NDT dan DT

Dari hasil evaluasi yang sudah dilakukan didapatkan nilai perbandingan dari pengujian NDT dan DT nilai yang telah didapat sudah memenuhi standar SNI SNI 2847 2019 yang ada. Berikut adalah tabel perbandingan NDT dan DT di lokasi pengujian yang sama

**Tabel 4. 14 Hasil Perbandingan NDT dan DT**

Kuat Tekan Beton						
Keterangan	fc' rata-rata.	0.85 fc'	Cek	fc' min.	0.75 fc'	Cek
	(MPa)	(MPa)		(MPa)	(MPa)	
Pelat	25,61	21.25	OK	19,87	18.75	OK
Hammer Test						
Keterangan	fc' rata-rata.	0.85 fc'	Cek	fc' min.	0.75 fc'	Cek
	(MPa)	(MPa)		(MPa)	(MPa)	
Pelat	25,7	21.25	OK	21,9	18.75	OK
Ultrasonic Pulse Velocity						
Keterangan	fc' rata-rata.	0.85 fc'	Cek	fc' min.	0.75 fc'	Cek
	(MPa)	(MPa)		(MPa)	(MPa)	
Pelat	62,63	21.25	OK	23,94	18.75	OK

Dari hasil perbandingan tersebut nilai yang dapat dijadikan acuan adalah hasil kuat tekan beton. Namun tidak bisa disimpulkan bahwa mana yang lebih efisien karena kembali ke peraturan dasar yang dipergunakan sebagai acuan dan standar evaluasi adalah peraturan walikota surabaya no. 14 tahun 2018 tentang sertifikat laik fungsi dijelaskan pada pasal 14 ayat 6 yaitu:

- A. lingkup pemeriksaan
  1. pemeriksaan kondisi struktur bangunan gedung; dan
  2. pemeriksaan kondisi komponen bangunan gedung.
- B. metode pemeriksaan
  1. pengamatan visual; dan
  2. pemeriksaan mutu bahan dengan peralatan yang sesuai antara lain: ultrasonic untuk beton dan baja tulangan; serta core drill dan hammer test untuk beton.