

**APLIKASI *NON DESTRUCTIVE TEST* PADA INVESTIGASI
KEANDALAN STRUKTUR BETON
(Studi Kasus : Kolom Basement – K4 Pada Bangunan Stadion Utama Riau)**

Widya Apriani

Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning

Jalan Yos Sudarso Km. 8 Rumbai Pekanbaru

E-mail : widyaapriani@unilak.ac.id

Abstrak

Struktur bangunan Stadion Utama merupakan bangunan yang digunakan sebagai tempat perhelatan acara olahraga. Struktur ini diindikasikan memiliki ketidaksesuaian antara struktur terpasang dengan spesifikasi teknik yang direncanakan. Perbedaan tersebut dapat membahayakan apabila diketahui struktur tidak layak difungsikan. Berdasarkan Peraturan Menteri PU Nomor 25/RT/M2007, keandalan bangunan gedung adalah kondisi keselamatan, kesehatan kenyamanan, dan kemudahan yang memenuhi persyaratan keandalan bangunan gedung. Untuk mengetahui keandalan bangunan tersebut, maka dilakukan investigasi dengan pengujian kekuatan struktur, untuk menilai kuat tekan beton berdasarkan metode pengujian *Non Deskruktif Test* yaitu *Hammer Test*, *Rebar Locator* dan *UPV test*. Metode yang digunakan adalah pengujian langsung di lapangan tanpa merusak beton terpasang. Hasil yang diperoleh hasil *Hammer Test*, *Rebar Locator* dan *UPV test* diperoleh bahwa keandalan struktur masih memenuhi untuk laik fungsi.

Kata Kunci : Kuat Tekan, *Hammer Test*, NDT, *Rebar Locator*, Struktur Beton, *UPV Test*

Abstract

The building structure Main Stadium was a building used as a place of event sporting event. This structure was indicated as having mismatch between the structure installed in planed. The different of technical specifications can be dangerous if it becomes unfit structure functioned. Based on the regulation of the Minister of Public Works No. 25 / RT / M2007, the reliability of the building is a condition of safety, health comfort, and convenience that meets the requirements, the reliability of the building. To determine the reliability of the building, the investigations conducted by testing the strength of the structure, to assess the strength of concrete based testing methods Non Destructive Test namely Hammer Test, Rebar Locator and UPV Test. The method used was testing directly in the field without damaging the concrete attached. The results obtained Hammer Test results, Rebar UPV test and found that the reliability of the structure still meet to be eligible to function.

Keywords : *Compressive Strength, Hammer Test, NDT, Rebar Locator, Structural Concrete, UPV Test*

A. PENDAHULUAN

Evaluasi kekuatan struktur bangunan eksisting biasa dilakukan untuk berbagai keperluan diantaranya kemungkinan akan adanya perubahan kualitas struktur akibat kebakaran, gempa. Namun evaluasi juga dilakukan apabila suatu gedung diindikasikan memiliki kesalahan pengerjaan atau perbedaan dengan spesifikasi teknik yang direncanakan sebelumnya. Dari hasil evaluasi akan diperoleh nilai kapasitas struktur atau rekomendasi perbaikannya. Evaluasi penilaian struktur dilakukan pada gedung dengan fungsi sebagai stadion olahraga.

Dalam melakukan penilaian, saat ini telah berkembang alat-alat dengan teknologi terbaru yang dapat dengan relatif mudah dan tidak merusak material ataupun elemen struktur yang terpasang yang disebut *Non Destructive Test* (NDT). Oleh karena itu digunakan beberapa teknik pengujian NDT yaitu *Hammer Test*, *Rebar Locator* dan *UPV Test*.

Evaluasi struktur dilakukan melalaui serangkaian tahap pengujian dengan tujuan dapat mendeteksi kekuatan struktur beton, mendeteksi keberadaan tulangan yang ada pada beton terpasang meliputi jumlah tulangan, dimensi tulangan, serta tata letak tulangannya.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Kekuatan suatu struktur bangunan ditentukan oleh salah satunya adalah kuat tekan beton. Didalam mengevaluasi kekuatan beton, *compression test* menjadi standar untuk mengetahui kualitas suatu struktur secara keseluruhan (Setjo R., 2012). Kualitas beton dapat dilakukan dengan dua metode pengujian yaitu metode *Destructive Test* (DT) dan metode *Non Destructive Test* (NDT). Metode DT yaitu dengan cara merusak benda uji. Pengujian DT biasanya dilakukan pada saat proses konstruksi suatu bangunan dengan cara mengukur kuat tekan beton melalui suatu sampel hasil pengecoran yang berbentuk kubus atau silinder dengan memberikan beban tekan (*compressive strength*) sampai batas nilai tertentu dimana sampel (benda uji) tidak mampu menahan beban dan hancur. Namun untuk kebutuhan yang tidak memperkenankan kerusakan pada beton terpasang dibutuhkan metode *Non Destructive Test* (NDT). Metode NDT sangatlah bervariasi di dalam sistem kerja maupun alat yang digunakan untuk uji kekuatan beton. Metode NDT yang digunakan adalah *Rebound Hammer* atau biasa disebut *Hammer Test*, dan *Ultrasonik* (UPV) dalam mengevaluasi keandalan struktur.

1. *Hammer Test*

Pengujian ini bertujuan untuk memperkirakan nilai kuat tekan beton terpasang yang didasarkan pada kekerasan permukaan beton pada seluruh bagian komponen struktur. *Hammer Test* merupakan alat yang ringan dan praktis dalam penggunaannya. Prinsip kerjanya adalah dengan memberikan beban *intact* (tumbukan) pada permukaan beton dengan menggunakan suatu massa yang diaktifkan dengan menggunakan energi yang besarnya tertentu. Karena timbul tumbukan antara massa tersebut dengan permukaan beton, massa tersebut akan dipantulkan kembali. Jarak pantulan massa yang terukur memberikan indikasi kekerasan permukaan beton. Kekerasan beton dapat memberikan indikasi kuat tekannya. Alat ini sangat berguna untuk mengetahui keseragaman material beton pada struktur. Karena kesederhanaannya, pengujian dengan menggunakan alat ini sangat cepat, sehingga

dapat mencakup area pengujian yang luas dalam waktu yang singkat. Alat ini sangat peka terhadap variasi yang ada pada permukaan beton, misalnya keberadaan partikel batu pada bagianbagian tertentu dekat permukaan.

Prinsip kerja *Hammer Test* adalah dengan pantulan massa di ujung alat (jadi semacam memukulkan “palu”) pada permukaan beton yang rata Pada sisi luar alat terdapat bagian yang akan menunjukkan nilai pantulan / *rebound* tersebut. Pengujian biasanya dapat dilakukan pada struktur kolom dan balok serta *slab* sebagai penyangga konstruksi.

Adapun standar acuan yang digunakan pada pelaksanaan pengujian ini adalah :

- a. ASTM C 805 (*North American Standard*)
- b. EN12504-2 (*European Standard*)
- c. JGJ/T 23-2001 (*Chinese Standard*)
- d. BS 1881, part 202 (*British Standard*)
- e. DIN 1048 Part 2 (*German Standard*)

2. *Ultra Sonic Pundit (UPV)*

Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) adalah metode yang digunakan untuk mengukur kecepatan hantaran dari gelombang (*pulse velocity*) ultrasonik yang melewati suatu beton. Standar atau prosedur dalam menggunakan metode pengujian ini dapat dilihat pada ASTM C 597. Untuk mengetahui standar nilai dari UPV dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hubungan *Pulse Velocity* dengan Kualitas Beton

<i>Pulse Velocity</i> (km/det)	<i>Result</i>
< 2,13	Kurang
2,13 – 3,05	Cukup
3,06 – 3,66	Cukup Baik
3,67 – 4,57	Baik
>4,57	Sangat Baik

3. *Rebar Locator*

Pengujian ini bertujuan antara lain untuk mendeteksi tulangan dalam elemen beton, dan juga ketebalan selimut beton (*concrete cover*). Prinsip alat ini adalah memanfaatkan medan elektromagnetik, yang mudah terpengaruh oleh adanya metal/logam, dalam hal ini adalah berupa tulangan baja di dalam beton. Lebih mudahnya seperti detektor logam.

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Pengambilan Data

Lokasi pengambilan data dilaksanakan di Gedung Stadion Utama Riau khususnya pada kolom basement (K4). Kegiatan meliputi studi pustaka, pengujian lapangan, pengumpulan data dan pembuatan laporan. Peralatan pengujian meliputi alat *Hammer Test*, UPV dan *Rebar Locator* serta peralatan tambahan seperti kain lap dan pengikis lapisan dinding.

2. Proses Pengujian di Lapangan

Pengambilan data dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

a. *Hammer test*

Uji sifat mekanis beton dengan *Schmidt hammer test* di lapangan dengan tahap-tahap pada Gambar 1.



(a)



(b)



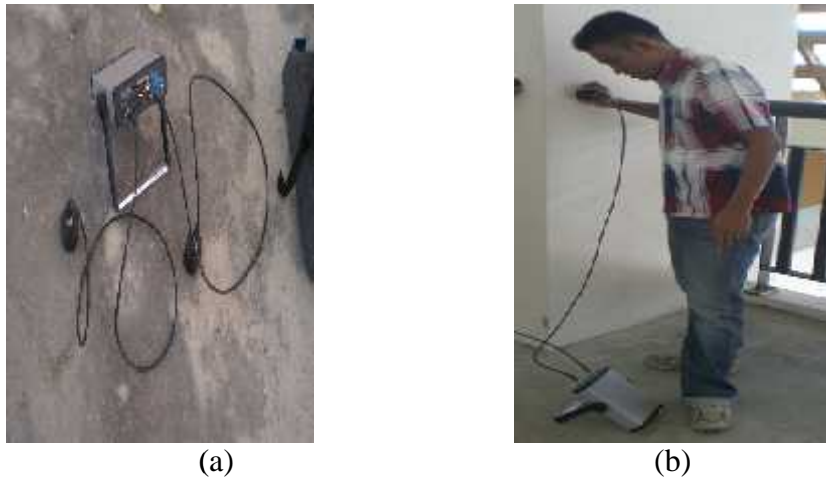
(c)

Gambar 1. (a). Pengikisan Lapisan Cat dan Acian Beton Pada Kolom,
(b). Hasil Lapisan Cat dan Acian Beton Pada Kolom Basement dan
(c). Pengujian *Hammer Test* Beton Pada Kolom Basement

Gambar 1 di atas merupakan tahap-tahap pengujian *Hammer Test*. Tahap pertama dilakukan pengikisan lapisan cat dan acian beton pada kolom. Bidang uji pada elemen struktur agar memiliki permukaan beton yang padat, halus dan tidak dilapisi oleh plesteran atau bahan pelapis lainnya. Bidang uji yang dipilih harus kering dan halus, bebas dari tonjolan-tonjolan atau lubang-lubang. Lokasi-lokasi bidang uji harus ditentukan sesuai dengan dimensi elemen struktur dan jumlah nilai uji yang diperlukan untuk perhitungan perkiraan kekuatan beton.

b. Pengujian UPV untuk mengetahui sistem penulangan

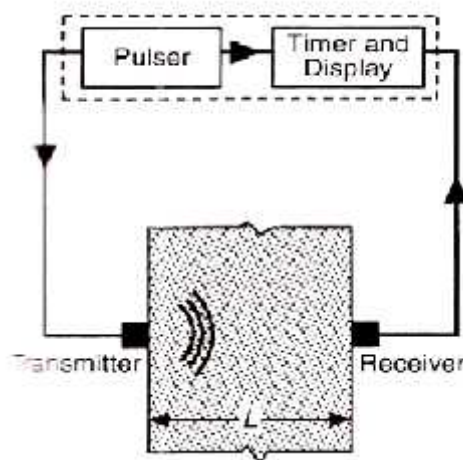
Tahap pengujian UPV adalah persiapan pengujian UPV untuk kolom basement.



Gambar 2. (a). Persiapan Alat UPV Untuk Kolom Basement
(b). Pengujian UPV Pada Kolom Basement

Bidang uji pada elemen struktur harus memenuhi permukaan beton yang akan diuji harus merupakan permukaan yang padat, halus, bidang uji yang dipilih harus kering dan halus, bebas dari tonjolan-tonjolan atau lubang-lubang, serta lokasi-lokasi bidang uji harus ditentukan sesuai dengan dimensi elemen struktur dan jumlah nilai uji yang diperlukan untuk perhitungan perkiraan kecepatan hantaran dari gelombang.

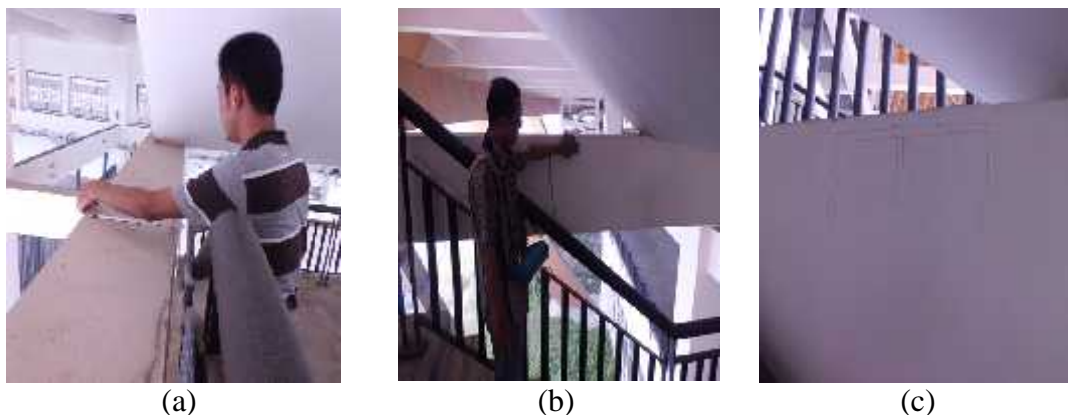
Cara kerja peralatan ini adalah dengan menempelkan unit sensor (bulatan biru) ke permukaan beton, yang akan memancarkan gelombang dari *transmitter* dan menuju ke *receiver*. Waktu rambat gelombang tersebut, akan ditampilkan dan bisa dibaca pada *display*. Cara kerja alat UPV dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Pengujian UPV

c. Pengujian *rebar locator*

Proses pengujian *Rebar Locator* meliputi pengukuran dimensi elemen struktur, pengujian *Rebar Locator*, serta hasil pengujian *Rebar Locator*. Cara kerja peralatan ini adalah untuk mendeteksi tulangan, unit sensor ditempelkan pada permukaan beton lalu digeser perlahan sambil diamati bacaan di *display*. Arah gerakan adalah tegak lurus pada sumbu tulangan yang akan dideteksi. Khusus pada alat tipe *Profometer* ini, akan terdengar nada sinyal bila sensor mendeteksi keberadaan tulangan, yang selanjutnya posisi/titik ini ditandai. Posisi *scanning* bisa vertikal maupun horizontal.



Gambar 4. (a). Pengukuran Dimensi Elemen Struktur,
(b). Hasil Pengujian *Rebar Locator* dan
(c). Hasil Pengujian *Rebar Locator*

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian *Hammer Test*

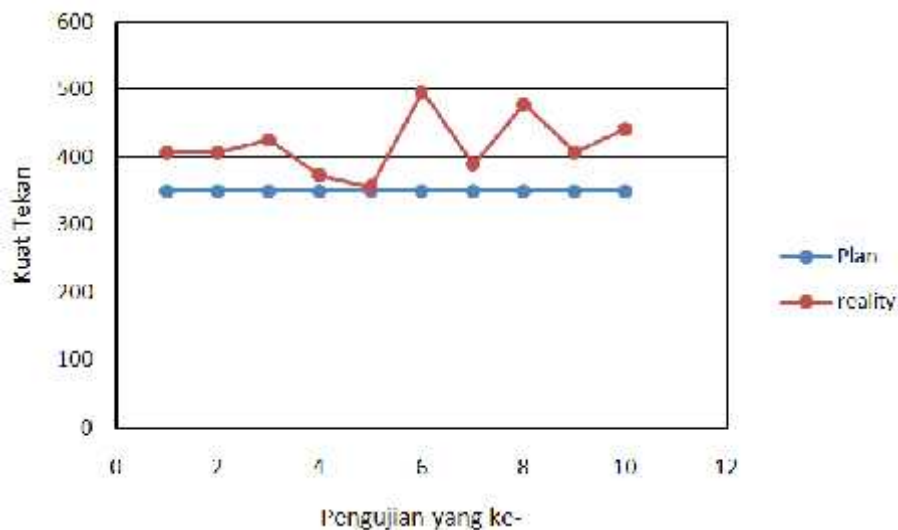
Hasil Pengukuran *Hammer Test* pada Kolom Lantai Basement (K4) dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan tabel 2 diperoleh nilai tingkat keseragaman (*coefficient of variation*). Diperoleh tingkat ketidakseragaman masih sangat tinggi yaitu 9,94 %. Berdasarkan ACI 214R-02 (*Evaluation of Strength Test Results of Concrete*), bila beton mempunyai koefisien variasi lebih dari 6%, maka beton diindikasikan mempunyai tingkat keseragaman yang kurang baik.

Dari gambar 5 diperoleh nilai perbandingan kuat tekan rencana dengan realita di lapangan. Kuat tekan realita memiliki nilai relatif lebih tinggi dibandingkan nilai kuat tekan rencana yaitu 30 MPa. Sehingga Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton pada kolom tersebut cukup baik.

Tabel 2. Hasil Pengukuran *Hammer Test* pada Kolom Lantai Basement (K4)

No.	Rebound Value (R)	Position	Rebound Value	Compression Strength (Kg/cm ²)		(x - X)	(x - X) ²
			After Correction (R)	Plan	Reality		
Kolom Lantai Basement(K4)							
1	40	Horizontal	40,00	350	408,00	-10,90	118,81
2	40	Horizontal	40,00	350	408,00	-10,90	118,81
3	41	Horizontal	41,00	350	426,00	7,10	50,41
4	38	Horizontal	38,00	350	374,00	-44,90	2016,01
5	37	Horizontal	37,00	350	357,00	-61,90	3831,61
6	45	Horizontal	45,00	350	497,00	78,10	6099,61
7	39	Horizontal	39,00	350	390,00	-28,90	835,21
8	44	Horizontal	44,00	350	479,00	60,10	3612,01
9	40	Horizontal	40,00	350	408,00	-10,90	118,81
10	42	Horizontal	42,00	350	442,00	23,10	533,61
				<i>Total Sx</i>	4189,00	<i>S(x - X)²</i>	17334,90
				<i>Mean Strength, X</i>	418,90	<i>Kg/cm²</i>	
				<i>Standard Deviation, s</i>	41,64	<i>Kg/cm²</i>	
				<i>Carateristic</i>	350,62	<i>Kg/cm²</i>	
				<i>Coeficient of Variation, V</i>	9,94	<i>%</i>	



Gambar 5. Perbandingan Kuat Tekan Rencana dengan Realita di Lapangan

2. Hasil Pengujian UPV

Hasil pengujian UPV dilapangan diperoleh bahwa kecepatan hantaran dari gelombang (*pulse velocity*) ultrasonik yang melewati beton yaitu antara cukup baik (3,06-3,66 km/det) sampai dengan sangat baik (>4,57 km/det). Nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian UPV Untuk Kolom Basement K4

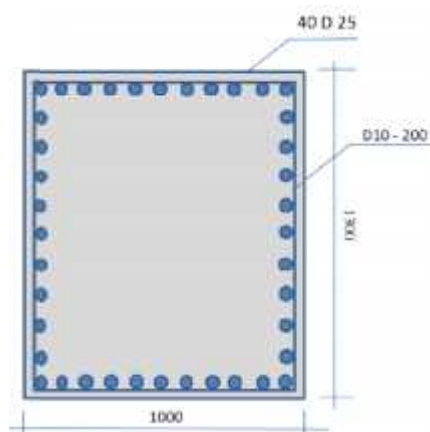
<i>Code</i>	<i>Measurement Type</i>	<i>Distance (m)</i>	<i>Velocity (m/s)</i>	<i>Time (μs)</i>	<i>Average (km/s)</i>	<i>Result</i>
Kolom Lt. Basement (K 4)	<i>Semi Direct</i>	0,3	8596	34,9	7,43	Sangat Baik
			8850	33,9		
			9868	30,4		
			5093	58,9		
			4754	63,1		

3. Hasil Pengujian Rebar Locator

Pengujian dengan *Rebar Test* digunakan untuk mendeteksi keberadaan tulangan yang ada pada beton terpasang meliputi jumlah tulangan, dimensi tulangan, serta tata letak tulangnya. Pengujian dilakukan pada elemen balok dan kolom. Data pengujian dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Rebar Locator* Kolom Basement K4

<i>Code</i>	<i>Dimension (mm)</i>	<i>Concrete Cover (mm)</i>	<i>Amount of Main Bar</i>	<i>Distance of Main Bar (mm)</i>
Kolom Lt. Basement (K 4)	1000	50	11	90
	1300	50	11	120
	1000	50	11	90
	1300	50	11	120

**Gambar 6.** Kolom Basement Hasil Pengujian *Rebar Locator*

E. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian didapatkan hasil *Hammer Test*, *Rebar Test* dan UPV diperoleh bahwa keandalan struktur masih memenuhi untuk laik fungsi. Diharapkan bahwa data pengukuran kuat tekan dan penulangan ini menjadi masukan yang bermanfaat dalam usaha mengevaluasi kekuatan pada suatu struktur bangunan untuk penilaian kelaikan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM 1997 C 597–83, 1991, *Standard Test Method For Pulse Velocity Through Concrete*.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 1997, *Metode Pengujian Kuat Tekan Elemen Struktur Beton Dengan Alat Uji Palu Beton Type N dan NR, SNI 03-4430-1997*, Jakarta.
- Karundeng V., 2015, *Penerapan Metode Schmidt Hammer Test dan Core Drilled Test Untuk Evaluasi Kuat Tekan Beton Pada Ruang IGD RSGM UNSRAT Guna Alih Fungsi Bangunan*, Jurnal Sipil Statik Vol. 3 No. 4, April 2015.
- Peraturan Menteri PU, 2007, *Tentang Pedoman Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung Nomor 25/RT/M2007*.
- Setjo R., 2012, *Perkiraan Kekuatan Beton Pasca Gempa Dengan Metode Uji Tak Rusak*, Prosiding Seminar BPPT, Yogyakarta.