

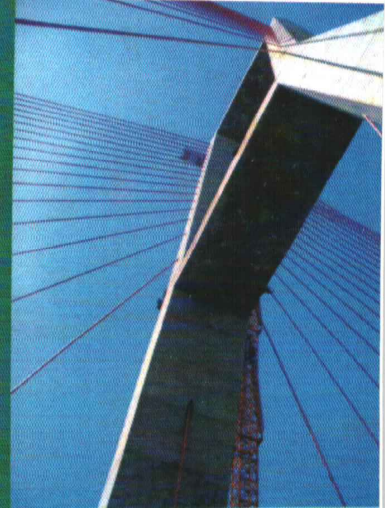
Seminar Nasional-1 BMPTTSSI - KoNTekS 5

Aula Fakultas Teknik USU, Medan, 14 Oktober 2011

Volume II : Manajemen Konstruksi, Keairan, Struktur

Prosiding

Peningkatan Peran Riset & Pendidikan Teknik Sipil
dalam Penyelenggaraan Infrastruktur
yang Efektif, Efisien dan Berkelanjutan



Editor :
Bambang Triatmodjo
Junaedi Utomo
Kevin Kusnanto

Graphic Designer :
Wiko Retnanto

Diselenggarakan atas kerja sama:



BMPTTSSI

dengan Jurusan/Program Studi Teknik Sipil



UGM



Trisakti



USU



UII



UAJY



UMY



UPH



Undip



Unud



UnSyiah



Disponsori oleh:



**PT SEMEN GRESIK
(PERSERO) Tbk.**



PT. PEMBANGUNAN PERUMAHAN
CONSTRUCTION & INVESTMENT

AUDIT FORENSIK KONSTRUKSI DAN PERBAIKAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN AKIBAT PEMBANGUNAN YANG TERHENTI DAN PENAMBAHAN LANTAI

Marsiano¹, Jonbi² dan Wahyu Adi Puspiyanto³,

¹ Dosen, FTSP, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jl. Moh. Kahfi II Srengseng, Jakarta
Email: marsiano77@yahoo.co.id

² Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Jl. Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta
Email: jbg@cbn.net.id

³ Alumni Teknik Sipil, FTSP, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jl. Moh. Kahfi II Srengseng, Jakarta

ABSTRAK

Di Jakarta banyak dijumpai bangunan dan gedung yang berhenti pembangunannya baik karena masalah pendanaan, dan kesalahan memprediksi kebutuhan yang ada. Seiring dengan membaiknya ekonomi makro Indonesia, mendorong para pemilik gedung untuk melanjutkan kembali pembangunan gedung yang terhenti.

Masalah yang sering dijumpai adalah keraguan para pemilik gedung, apakah gedung yang akan dilanjutkan pembangunannya masih layak, dan adanya keinginan pemilik gedung menambah jumlah lantai yang ada mengingat meningkatnya kebutuhan yang ada. Salah satu gedung apartemen yang terletak di Jakarta Utara akan dilakukan audit forensik konstruksi terkait dengan berhentinya pekerjaan pembangunan apartemen yang cukup lama dan adanya rencana penambahan satu lantai diatas. Tujuan audit forensik konstruksi adalah mengevaluasi kekuatan struktur bangunan existing dalam rangka melanjutkan pekerjaan pelaksanaan konstruksi gedung apartemen tersebut. Metode audit forensik konstruksi dilakukan melalui pengujian Non Destructive Test seperti : Cover meter, Ultrasonic Test, Shock test, Corrosion Test (half - Cell Potential Test), dan Loading Test. Sedangkan pengujian Destructive Test melalui pengujian Core Compression Test (Core Drill). Berdasarkan pengujian diperoleh data tentang kondisi kolom, balok dan pelat lantai sebagai pemikul beban akibat tambahan beban luar. Kemudian dilakukan analisis pengujian dengan hasil perhitungan struktur kolom, balok dan pelat atap, serta metode perbaikan kerusakan yang ada. Hasil analisis diperoleh Gedung apartemen memenuhi syarat kekuatan, kekakuan, stabilitas dan korosi yang ada, sehingga pembangunan gedung apartemen dapat dilanjutkan.

Kata Kunci: Gedung, Audit forensik konstruksi, Non Destructive Test, Destructive Test.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan gedung bertingkat merupakan salah satu dari wujud fisik dari industry konstruksi. Pada tahun 1997 Indonesia mengalami krisis ekonomi yang amat sangat parah. Mata uang rupiah seakan tidak ada nilainya, perusahaan yang menjadi penopang ekonomi Negara banyak mengalami kebangkrutan ditambah investor asing yang tidak mau lagi menanamkan modal di Indonesia.

Hal ini ternyata berdampak terhadap gedung-gedung bertingkat yang dibiayai oleh investor dihentikan untuk sementara pembangunannya sampai kondisi perekonomian Indonesia stabil. Tentunya usia bangunan yang ditertinggalakan bervariasi antara 3 tahun sampai 10 tahun.

Bangunan tersebut secara alami mengalami penurunan kualitas seiring dengan bertambah usianya, dan ini dapat diartikan dengan berkurangnya tingkat keamanan dan kenyamanan. Pertambahan usia bangunan bukan hanya satu-satunya faktor yang menurunkan kualitas bangunan. Tidak jarang dijumpai bahwa bangunan mengalami kerusakan pada tingkat kenyamanan berkurang tidak lama setelah difungsikan. Beberapa faktor yang menimbulkan kerusakan pada bangunan antara lain disebabkan oleh: bencana alam (Gempa, angin kencang, tanah longsor, tsunami); kelalaian, kesalahan perencanaan, pelaksanaan atau pengawasan selama proses pembangunan, serta perubahan fungsi dan penggunaan selama masa penggunaan.

Berdasarkan hasil penelitian kerusakan bangunan lebih banyak diakibatkan faktor kesalahan manusia (human error) dibandingkan dengan pengaruh bencana. Melalui kemajuan teknologi, dewasa ini perbaikan bangunan dapat dilakukan dengan berbagai alternatif yang sangat luas, tergantung pada tingkat kerusakan yang dialami.

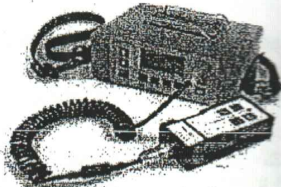
2. MAKSUD DAN TUJUAN

Memperoleh data tentang kondisi Existing kolom, balok dan pelat lantai melalui survey secara visual, pengujian non destructive test dan destructive test. Adapun tujuan dari hasil evaluasi diperoleh data untuk memutuskan apakah pembangunan gedung tersebut penambahan lantai dapat dilanjutkan

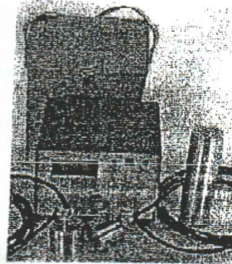
3. METODOLOGI

Dilakukan pengamatan langsung di lapangan pada bagian elemen-elemen struktur yang ada seperti pada kolom, balok dan pelat. Selanjutnya di lakukan pengujian non destructive test Covermeter test, Ultra sonic Pulse velocity, Shock test, Corrosion test (Half-Cell Potential test, Loading test dan pengujian destructive test melalui core compression test.

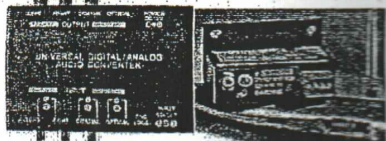
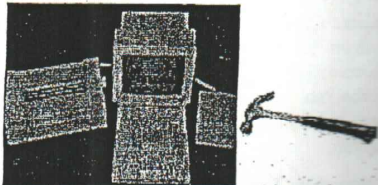
COVERMETER TEST



FE Depth Meter yang dibuat oleh C.N.S. Electronics Ltd London dan dilengkapi dengan Galvanometer



PUNDIT (Portable Unit Non Destructive Indicator Tester) buatan CNS Electronic, United Kingdom

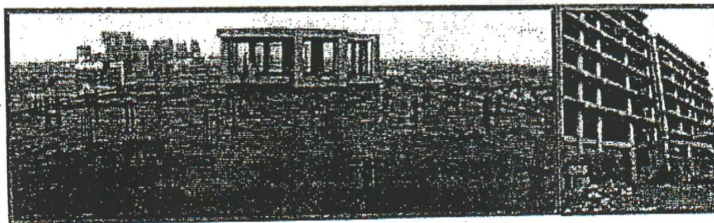


Shock Test



Half-Cell Potential Test

Gambar 1. Beberapa peralatan yang digunakan dalam pengujian



Gambar 2. Struktur bangunan apartemen yang ada.

4. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Dilakukan pengamatan langsung di lapangan pada bagian elemen-elemen struktur yang ada seperti pada kolom, balok dan pelat. Selanjutnya di lakukan pengujian non destructive test Covermeter test, Ultra sonic Pulse velocity, Shock test, Corrosion test (Half-Cell Potential test, Loading test dan pengujian destructive test melalui core compression test.

Tabel 1. Hasil pengujian UPV test

No.	Struktur	Strength (kg/cm^2)	Kedalaman retak (mm)
1	Kolom LT.1, 6/C	342.4	0
2	Kolom LT.1, 11/B	344.3	0
3	Balok LT.2, 10/CD	275.8	12
4	Plat LT.2, 5-7/KL	359.3	42
5	Kolom LT. 2, 11/M	284.4	0
6	Kolom LT. 2, 4/F	330.6	0
7	Balok LT. 3, 9/MN	369.7	40
8	Plat LT. 3, 9-11/KL	346.7	90
9	Kolom LT. 3, 4/F	348.7	0
10	Kolom LT. 3, 5/K	322.4	0
11	Balok LT. 4, 5-6/M	287.4	36
12	Plat LT. 4, 5-6/LM	273.7	73
13	Kolom LT. 4, 6/A	405.1	0
14	Kolom LT. 4, 6/G	348.7	0
15	Balok LT. 5, 6/BC	334.5	24
16	Plat LT. 5, 6-7/BC	239	68
17	Kolom LT. 5, 7/M	374.8	25
18	Kolom LT. 5, 10/F	348.7	34
19	Balok LT. 6, 5-6/P	301.5	60
20	Plat LT. 6, 5-6/NO	263.3	80
21	Kolom LT. 6, 4/E	299.6	4
22	Kolom LT. 6, 7/P	298.5	20
23	Balok LT. 7, 3-4/D	307.8	57
24	Plat LT. 7, 4-5/DE	249.8	73
25	Kolom LT. 7, 7/F	289.1	0
26	Kolom LT. 7, 7/L	268	0
27	Balok LT. 8, 8-10/L	363.3	49
28	Plat LT. 8, 8-10/MN	271.7	81
29	Kolom LT. 8, 5/G	324.3	30
30	Kolom LT. 8, 5/N	353.5	0
31	Balok Atap 5/MN	359	48
32	Plat Atap 5-6/MN	261.1	52

Pengujian UPV test bertujuan untuk mengetahui kekuatan / tegangan hancur beton, kemungkinan adanya retakan disekitar struktur dan dalamnya retakan, kondisi homogenitas dari beton. Pada Tabel 1 memperlihatkan hasil kuat tekan yang rendah 261,1 kg/cm^2 dan paling besar 374,8 kg/cm^2 , dan nilai-rata berada pada kisaran 300 kg/cm^2 . Sehingga dapat dikatakan relative masih baik. Nilai ini yang nantinya digunakan untuk melakukan disain penampang dan tulangan yang dibutuhkan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Covermeter

No.	Dimensi (mm)	Lokasi	Tul. utama	Sengkang	Seliput (mm)	Jarak sengkang (mm)
KOLOM						
1	Kolom 660 x 600	Lt 1 As 5 / F	25 mm	10 mm	25 - 30	100 - 130
2	Kolom 660 x 600	Lt 2 As 7 / E	25 mm	10 mm	25 - 30	100 - 140
3	Kolom 600 x 600	Lt 3 As 5 / C	25 mm	10 mm	25 - 30	90 - 120
4	Kolom 420 x 420	Lt 4 As 6 / G	25 mm	10 mm	25 - 30	150 - 180
5	Kolom 600 x 600	Lt 5 As 5 / D	25 mm	10 mm	25 - 30	80 - 120
6	Kolom 420 x 420	Lt 6 As 4 / G	25 mm	10 mm	30 - 35	140 - 190
7	Kolom 600 x 600	Lt 7 As 3 / F	25 mm	10 mm	30 - 35	90 - 120
8	Kolom 600 x 600	Lt 8 As 5 / C	25 mm	10 mm	25 - 30	100 - 120
BALOK						
9	Balok 480 x 420	Lt 2 As 5 / CD	22 mm	10 mm	30 - 40	140 - 170
10	Balok 480 x 420	Lt 3 As 7 - 8 / C	22 mm	10 mm	30 - 40	100 - 220

12	Balok	490 x 300	Lt. 5 As 5 - 7 / B	22 mm	10 mm	20 - 25	200 - 240
13	Balok	490 x 300	Lt. 6 As 5 / D - E	22 mm	10 mm	25 - 30	190 - 240
14	Balok	620 x 310	Lt. 7 As 1 - 2 / B	22 mm	10 mm	30 - 40	190 - 220
15	Balok	280 x 250	Lt. 8 As 5 - 7 / E'	22 mm	10 mm	15 - 20	200 - 220
16	Balok	490 x 310	Lt. Atap As 5 / DE	22 mm	10 mm	20 - 30	170 - 200

Tujuan dari Covermeter Test adalah untuk mengetahui jumlah pembesian, jarak antar tulangan, diameter besi beton dan tebalnya selimut beton. Tebal selimut beton yang diperoleh dari Covermeter test ini berguna untuk dibandingkan dengan kedalaman retakan beton hasil UPV test. Jika kedalaman retak hasil UPV test lebih besar dari tebal selimut beton, maka keretakan yang ada adalah keretakan struktural. Sedangkan jumlah besi dan diameter besi berguna untuk mengevaluasi kekuatan maupun kapasitas penampang dari struktur beton bertulang setelah diketahui mutu betonnya. Kemudian untuk perhitungan, penulis mengambil Kolom Lt. 2 As 7 / E dan Balok Lt. 3 As 7 - 8 / C sebagai perbandingan antara kondisi eksisting dengan hasil analisa. Kolom dan Balok yang diambil sebagai compare juga merupakan struktur yang menurut penulis mengalami penurunan kualitas. Hasil-hasil pengukuran tersebut diperlihatkan pada Tabel 2. Data jumlah tulangan dan luas tulangan dan tebal selimut beton digunakan untuk melakukan disain struktur tersebut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Shock Test

Struktur	Stiffness (t / mm)	Keterangan
Kolom LT.1, 7/J	50.66	Kondisi kolom bagus
Kolom LT. 2, 4/C	49.69	Terdapat kerusakan kecil pada ujung kolom
Kolom LT. 3, 7/N	39.28	Kondisi kolom bagus
Kolom LT. 4, 6/B	51.99	Terdapat kerusakan kecil pada ujung kolom
Kolom LT. 5, 9/O	43.82	Kondisi kolom bagus
Kolom LT. 6, 10/F	49.04	Terdapat kerusakan kecil pada ujung kolom
Kolom LT. 7, 7/N	46.49	Kondisi kolom bagus
Kolom LT. 8, 4/D	36.44	Kondisi kolom bagus
Balok LT.2, 10/CD	52.07	Kondisi balok bagus
Balok LT.3, 9-11/L	42.00	Kondisi balok bagus
Balok LT.4, 11/KL	43.14	Kondisi balok bagus
Balok LT.5, 8-10/G	64.05	Kondisi balok bagus
Balok LT.6, 5-7/K	39.36	Kondisi balok bagus
Balok LT.7, 6/EF	36.87	Kondisi balok bagus
Balok LT.8, 5/JK	44.86	Kondisi balok bagus
Balok Atap, 4/FG	42.82	Kondisi balok bagus

Pengujian dari Shock Test ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai Stiffness dan kerja sama/integritas antara balok dan kolom, terutama jika adanya kelemahan pada daerah pertemuan balok dan kolom.

Tabel 3 memperlihatkan nilai-nilai yang kondisi baiknya lebih dominan.

Tabel 4. Hasil Corrosion Test

Struktur	Kondisi baik	Korosi ringan	Korosi sedang	Korosi berat
Kolom lt. 1, 6/g	41 %	27 %	26 %	6 %
Kolom lt. 2, 7/g	35 %	29 %	33 %	3 %
Plat lt. 3, 7-8/mn	100 %	-	-	-
Kolom.lt. 3, 8/n	-	80 %	18 %	2 %
Kolom lt. 4, 4/d	22 %	48 %	19 %	11 %
Plat lt. 5, 4-6/cd	39 %	49 %	12 %	-
Plat lt. 6, 7-10/kl	28 %	72 %	-	-
Plat lt. 6, 4-5 / mn	25 %	68 %	7 %	-

Tujuan dari Corrosion Test (Half-Cell Potential Test) adalah untuk mengetahui prosentase tingkat korosi yang terjadi pada baja tulangan struktur kolom dan balok.

Tabel 5. Hasil uji pembebanan pada plat lantai 3 as 5-7/MN

TAHAPAN LOADING			LENDUTAN MAKSIMUM (mm)				
TAHAP BEBAN	% BEBAN	BEBAN (Kg/cm ²)	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4	Lokasi 5
1	25	162.5	0.16	0.40	0.28	0.32	0.28
2	50	325	0.28	0.61	0.41	0.44	0.43
3	75	487.5	0.42	0.90	0.67	0.74	0.66
4	100	650	0.74	1.20	0.92	1.13	0.92

TAHAPAN UNLOADING			LENDUTAN SISA (mm)				
TAHAP BEBAN	% BEBAN	BEBAN Kg/cm ²	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4	Lokasi 5
1	0	0	0	0.06	0.02	0	0.01
Persentase Residual Deformation Terhadap Lendutan Maksimum			0	5%	2.17%	0	1.08%

Rangkaian Lokasi LT. 3 As 5-7/MN : pada Balok setebal 45 cm dan pada Pelat lantai setebal 12 cm

No	Deskripsi	Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 4	Dial 5
1	* Besar lendutan Ijin	4 mm	4 mm	4 mm	15mm	4 mm
2	* Besar lendutan maksimum	0.74	1.20	0.92	1.13	0.92
3	* Residual deformation	0	0.06	0.02	0	0.01
4	* % Residual deformation	0	5	2.17	0	1.08

Tujuan utama dari Loading Test adalah mendapatkan grafik hubungan antara besar beban dan lendutan vertikal yang terjadi, guna mengetahui apakah integritas pelat beton dan balok yang bersangkutan masih mampu memikul beban yang direncanakan, mengingat salah satu aspek parameter yang menjadi persyaratan pada komponen struktur balok dan pelat adalah lendutan/difleksi. Pengujian dilapangan yang dipakai adalah uji pembebanan (Loading Test). Metode / siklus pengujian pembebanan menggunakan SK SNI T - 15 - 1991 - 03.

5. PEMBAHASAN.

Berdasarkan data-data pengambilan sampel serta dilakukan analisis struktur serta beberapa pengujian dan evaluasi maka penulis mendapatkan gambaran bahwa :

1. Berdasarkan syarat Kekuatan :

Kolum Lt. 2 As 7/E dengan beban dan momen terbesar

- > Aksial kapasitas = 6101,885 kN
- Aksial Rencana = 3053,717 kN
- Perbandingan rasio = $0,5 < 1 \rightarrow$ OK
- > Momen kapasitas = 800 kN
- Momen Rencana = 101,506 kN
- Perbandingan rasio = $0,127 < 1 \rightarrow$ OK

2. Berdasarkan syarat Kekakuan :

- Balok As 1-2/B dengan lendutan terbesar
- Lendutan yang diijinkan = 2,00 cm ($1/3xL$)
- Lendutan max yg terjadi = 0,89 cm \rightarrow OK

3. Berdasarkan syarat Stabilitas :

- Lantai 1 dengan goyangan terbesar
- Goyang yang diijinkan = 3,00 cm ($0,005 \times H$ lantai)
- Goyang yang terjadi = 0,575 cm \rightarrow OK

4. Berdasarkan tingkat kerusakan = tingkat 4

Untuk keseluruhan bangunan termasuk kategori rusak ringan (Tabel 7.12 hal. 104 (Amri,Sjafei. *Teknologi Audit Forensik, Repair dan Retrofit untuk Rumah dan Gedung*. JHI, 2006)

5. Berdasarkan tingkat korosi Tabel 7.37 hal. 168 (Amri,Sjafei. *Teknologi Audit Forensik, Repair dan Retrofit untuk Rumah dan Gedung*. JHI, 2006)

Kolum Lantai 4 As - 4/D dengan tingkat korosi berat terbanyak = $11\% < 50\%$

6. Berdasarkan mutu beton hasil kecepatan rambat tiap lantai 3,5 - 4,5 km/det kategori baik (Tabel 7.35 hal. 164 (Amri,Sjafei. *Teknologi Audit Forensik, Repair dan Retrofit untuk Rumah dan Gedung*. JHI, 2006)

Lantai 7 dengan mutu beton terkecil = 301,5 kg/cm² setara dengan K-300

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan memperlihatkan bahwa struktur gedung apartemen dari lantai 1 sampai dengan lantai 8. masih cukup baik dan aman. Pembangunan penambahan lantai dapat dilanjutkan dengan perbaikan-perbaikan sesuai dengan yang direkomendasikan.

SARAN

Untuk lebih mendapatkan tingkat akurasi data yang lebih, disarankan kepada pemilik gedung antara lain :

1. Guna mendapatkan hasil yang lebih baik pengujian seperti shock test agar dilakukan secara lebih ideal dengan melakukan pengujian pada tiap sisi pertemuan balok.
2. Dalam melakukan pengujian hendaknya dilakukan dengan lebih teliti agar hasil yang diperoleh dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.
3. Untuk mengetahui kualitas dari beton eksisting yang lebih akurat, sebaiknya dilakukan pengambilan sample dengan metode core drill untuk tiap lantainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri,Sjafei.(2006) Teknologi Audit Forensik, Repair dan Retrofit untuk Rumah dan Gedung. JHI, .
Departemen Pekerjaan umum,(1987) Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung, SKBI-3.53.1987 UDC : 624.042, Jakarta : Yayasan, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, .
Departemen Pekerjaan umum,(2002) SK SNI 1726 – 2002, Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk bangunan Gedung.
Departemen Pekerjaan umum,(2002), SNI 03 – 2847 – 2002, Tata cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Bandung, 2002.
Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 441/KPTS/1998, tanggal 10 Nopember 1998, tentang Persyaratan Teknis Bangunan Gedung.
Li,Zongjin et al (2009) Stuctural Renovation in concrete,Son Press,
Pengkajian Epoxy Resin Concbextra EP 10 TG untuk perbaikan retak lantai – jembatan. Pusat Litbang Jalan, Departemen Pekerjaan Umum. Januari, 1996
Peraturan Pembebanan Indonesia 1983
Peraturan Beton Bertulang Indonesia (SKSNI) 1992
Ratay.T.Robert , (2005) Structural Condition Assessment,John Wiley & Son, Inc
Somerville, George,(2008), Management of deteriorating Concrete Structures.
W.C. Vis dan Kusuma Gideon,(1993) “ Dasar – dasar Perencanaan Beton Bertulang Seri Beton 1 “, Jakarta : CUR-Commisie F-I, .