

ISSN 0853-9723

E
ELEKTRO

JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI

M
MESIN

A
ARSITEKTUR

S
SIPIL

STOREY SEISMIC CAPACITY OF LOW-RISE RC BUILDING

Ika Bali

EFFICIENCY ON INTERMODAL TRANSPORT

Efendy Tambunan

**SIMULASI PENGENDALIAN LEVEL STEAM DRUM
DENGAN PENGENDALI PID BERBASIS FUZZY GAIN
SCHEDULING**

Imam Abadi

**SUPLAI DAYA LISTRIK DI BANDAR UDARA
INTERNASIONAL SOEKARNO HATTA**

Purwadi, J.B.

**PERKIRAAN PENURUNAN KEHANDALAN KOMPONEN
KONSTRUKSI BANGUNAN TINGGI**

James Rilatupa

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN STABILISASI BIO
CAT™ 300-1 TERHADAP KUAT GESER DAN TEKAN
GEMBUNG TANAH**

Risma Masniari Simanjuntak dan Sarah Dina Simanjuntak

Empat Kali Setahun

Vol. 18, No. 4, November 2008, Hal. 199 - 263

ISSN 0853-9723

Penerbit:

Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia, Jakarta

Redaksi Pelaksana:

Ika Bali (Ketua)
S.M. Doloksaribu (Anggota)
Robinson Purba (Anggota)
Aryantono Martowidjojo (Anggota)
Efendy Tambunan (Anggota)

Sekretariat:

Flaura Latumeten
Kemo Suharsoyo

Alamat Redaksi:

Sekretariat Jurnal Sains dan
Teknologi EMAS,
Gedung Fakultas Teknik UKI
Jl. Mayjen Sutoyo No.2,
Cawang, Jakarta Timur 13630
INDONESIA

Telp. +62-21 8009190/8092425
Pes. 402; Faks. +62-21 8094074
E-mail: ikabali@yahoo.com
Homepage: www.uki.ac.id

Rekening Bank:

Bank BRI Unit RS UKI
No. : 0783-01-001630-50-5
A.n. Ika Bali

PENGANTAR REDAKSI

Pembaca yang budiman,

Jurnal Sains dan Teknologi EMAS yang ada di tangan pembaca adalah edisi keempat untuk tahun volume 18.

Edisi kali ini memuat tulisan-tulisan yang berkaitan dengan bidang Teknik Sipil, Teknik Elektro, dan Teknik Arsitektur.

Ketiga bidang tersebut mencakup, tiga tulisan di bidang Teknik Sipil membahas topik yang berkaitan dengan evaluasi seismik kapasitas bangunan tingkat rendah, transportasi dan geoteknik, dua tulisan di bidang Teknik Elektro yang membahas topik teknologi P.I.D. Fuzzy dan analisa suplai daya listrik bandara, serta satu tulisan di bidang Teknik Arsitektur yang meneliti perkiraan penurunan kehandalan komponen konstruksi bangunan tingkat tinggi.

Penulis-penulisnya datang dari beberapa perguruan tinggi di Indonesia.

Semoga tulisan-tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian dan bagi kemajuan sains dan teknologi kita

Selamat membaca.

Salam,
Redaksi

DAFTAR ISI

PENGANTAR REDAKSI	iii
DAFTAR ISI	v
 ERRATA	 199
STOREY SEISMIC CAPACITY OF LOW-RISE RC BUILDING <i>Ika Bali</i>	201 – 209
EFFICIENCY ON INTERMODAL TRANSPORT <i>Efendy Tambunan</i>	211 – 218
SIMULASI PENGENDALIAN LEVEL STEAM DRUM DENGAN PENGENDALI PID BERBASIS FUZZY GAIN SCHEDULING <i>Imam Abadi</i>	219 – 232
SUPLAI DAYA LISTRIK DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL SOEKARNO HATTA <i>Purwadi, J.B.</i>	233 – 244
PERKIRAAN PENURUNAN KEHANDALAN KOMPONEN KONSTRUKSI BANGUNAN TINGGI <i>James Rilatupa</i>	245 – 254
PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN STABILISASI BIO CAT™ 300-1 TERHADAP KUAT GESER DAN TEKAN GEMBUNG TANAH <i>Risma Masniari Simanjuntak dan Sarah Dina Simanjuntak</i>	255 - 263

PERKIRAAN PENURUNAN KEHANDALAN KOMPONEN KONSTRUKSI BANGUNAN TINGGI

James Rilatupa¹

ABSTRACT

The objective of this research is having post-audit design, construction, maintenance and repairing system in high rise buildings. The method of research is inspection of construction components floor to floor (interior and exterior) and investigation of components repair. Afterwards, we analyze the reability of the building and conduct statistic analysis. The research showed degradation happened in construction components of each building. The largest degradation occurred in component construction of building roof, door and window, and floor surface. Statistic analysis showed the environmental factor influenced the degradation of construction components. In addition, the research showed that the reliable value of Tower 1 is 78.40 percent (maintenance category: precisely); Tower 2 is 81.50 percent (maintenance category: good); and Podium is 87.24 percent (maintenance category: good).

Keywords: environmental factor, construction component, degradation, building's reliable

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan post-audit rancang bangun, pelaksanaan pembangunan, kegiatan pemeliharaan dan pengelolaan pada gedung bertingkat. Metode yang digunakan adalah pengamatan kondisi struktur bangunan lantai per lantai (interior dan eksterior) dan investigasi perbaikan komponen konstruksi. Setelah itu, dilakukan analisa pengujian keterhandalan bangunan dan analisa statistik. Hasil penelitian menunjukkan terjadi degradasi komponen konstruksi untuk masing-masing gedung. Degradasi terbesar dijumpai pada komponen konstruksi atap gedung, pintu dan jendela, dan permukaan lantai. Analisa statistik juga menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap degradasi komponen konstruksi. Sementara itu, hasil penelitian menunjukkan keterhandalan Tower 1 adalah 78,40 persen (kondisi pemeliharaan baik); Tower 2 adalah 81,50 persen (kondisi pemeliharaan baik); dan Podium 87,24 persen (kondisi pemeliharaan baik).

Kata kunci: faktor lingkungan, komponen konstruksi, degradasi, kehandalan gedung

¹ Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, Jalan Mayjen Sutoyo No.2, Jakarta 13630, INDONESIA, E-mail: jrilatupa@yahoo.com

1. PENDAHULUAN

Aktivitas pembangunan gedung pada daerah perkotaan seperti DKI Jakarta cukup tinggi. Namun keterbatasan lahan memberikan dampak pada bentuk bangunan. Dengan terbatasnya lahan, maka pemecahan masalah tersebut adalah dengan membangun secara vertikal berupa bangunan tinggi. Fenomena gedung tinggi di Jakarta diawali pada tahun 1960-an dengan berdirinya Hotel Indonesia. Setelah berselang 34 tahun, jumlah gedung di Jakarta menurut Dinas Pengawasan Pembangunan Kota (Dinas P2K) mencapai 400 unit untuk pembangunan di atas sembilan tingkat, sedangkan di atas tujuh tingkat mencapai 577 unit. Dengan luas 650 km², Jakarta memiliki total luas bangunan mencapai 20,25 km² (Harmadi, 2004).

Sektor properti merupakan salah satu sektor pembangunan yang penting dengan menghasilkan berbagai sarana perkotaan. Peran penting sektor ini terutama dapat dilihat dari perubahan tata ruang dan wajah lingkungan (*built environment*) di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh perubahan dinamis dan sarana-sarana yang telah dibangun, dibandingkan dengan yang telah dibangun pada masa sebelumnya. Peran penting ini juga dapat dilihat dari keberagaman sarana yang dihasilkan, statistik dari produksi sarana tersebut dan kontribusinya dalam pertumbuhan ekonomi di Indonesia selama ini.

Berbagai sarana dan infrastruktur ini dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori tipologi (Nurjaman, 2003) berikut: Sarana dalam bentuk gedung tunggal yang memiliki fungsi tunggal seperti gedung perkantoran, kantor pemerintah, hotel kecil, dan pondokan

mahasiswa; Sarana dalam bentuk tunggal yang memiliki fungsi jamak seperti rumah sakit, pusat perbelanjaan, pasar, sekolah, dan hotel besar; Sarana dalam bentuk kompleks bangunan (bermassa majemuk) seperti sarana industri, apartemen/kondominium, kompleks perkantoran, dan sarana transportasi; Sarana dalam bentuk suatu kota satelit seperti kampus, kompleks perumahan, sarana rekreasi, dan kawasan industri; Sarana dan infrastruktur publik yang didominasi ruang terbuka dan bukan bangunan seperti jalan tol, dan ruang terbuka/taman.

Sarana-sarana tersebut dalam perkembangan operasionalnya diharuskan untuk mulai memperhatikan kehandalan struktur bangunannya. Penilaian masa pakai elemen konstruksi bangunan, jelas menjadi sangat penting dalam proses menjaga kenyamanan dan keamanan yang akurat. Untuk memenuhi persyaratan tersebut dibutuhkan suatu analisa kehandalan dalam bentuk *post audit* dari hasil perencanaan dan pelaksanaan setelah bangunan tersebut berdiri.

Pada tahap perencanaan dan perancangan suatu bangunan, pertimbangan mengenai struktur bangunan sebagai bangunan tinggi memegang peranan yang penting. Walaupun banyak pembangunan gedung tidak memperhatikan masalah perawatan bangunan sejak tahap perencanaan dan perancangan, aspek perawatan pada saat operasional bangunan perlu menjadi bahan pertimbangan yang tidak kalah pentingnya. Perancangan yang baik selain melihat kebutuhan juga harus memperhatikan kemudahan dalam operasional bangunan termasuk di dalamnya perawatan (Rostiyanti, 2005).

Aspek perawatan akan menjadi sangat penting saat bangunan mulai dioperasikan. Perawatan yang baik akan berpengaruh terhadap umur layan bangunan. Konsep umur layan bangunan juga menjelaskan pentingnya kegiatan perawatan bangunan. Panjang siklus pelayanan yang merupakan bagian dari siklus bangunan sangat dipengaruhi oleh kegiatan perawatan. Bangunan yang dirawat secara berkala akan memberikan kemungkinan yang lebih baik dalam memperpanjang umur layan bangunan tersebut.

Umur layan bangunan adalah jangka waktu bangunan dapat tetap memenuhi fungsi dan kehandalan bangunan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 28/2002 tentang Bangunan Gedung menjelaskan bahwa pemeliharaan, perawatan, dan pemeriksaan berkala pada bangunan gedung harus dilakukan agar tetap memenuhi persyaratan laik fungsi. Untuk mempertahankan umur layan bangunan tentunya perlu dilakukan pemeliharaan bangunan. Pemeliharaan bangunan adalah usaha dan tindakan yang diperlukan dalam rangka mempertahankan kondisi bangunan dan sarananya agar tetap dalam kondisi sesuai spesifikasi teknis dan umur layan rencana bangunan tersebut.

Soeharto (1985) menjelaskan bahwa pekerjaan pemeliharaan sarana (manajemen bangunan) sehari-hari pada dasarnya dapat ditemui dalam bentuk: Pemeliharaan secara teratur atau terjadwal dengan baik untuk mencegah timbulnya kerusakan atau penurunan kondisi, sesuai dengan hasil pencatatan rutin proses penggunaan (pemeliharaan sebelum adanya atau menghindari adanya keluhan dari pengguna); Usaha

pemeliharaan yang dilakukan bila telah nyata ada tanda-tanda kerusakan dini atau indikasi akan terjadi kerusakan, sehingga usaha pemeliharaannya lebih banyak merupakan usaha koreksi atau pengembalian pada kondisi awal (pemeliharaan sesudah adanya atau hampir ada keluhan).

Kegiatan pemeliharaan bangunan seringkali diabaikan oleh pemilik/pengelola bangunan, karena memandang perawatan yang terencana tidak terlalu signifikan untuk dilakukan; dan bahkan cenderung menambah biaya rutin yang harus dikeluarkan. Akibatnya banyak bangunan/gedung yang hanya melakukan perbaikan bila ditemukan kerusakan-kerusakan yang mengganggu; dan umumnya tingkat kerusakan yang ditemukan sudah parah, sehingga memerlukan biaya perbaikan yang lebih besar daripada perawatan berkala dan terencana. Sebuah survei di Inggris menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perbaikan akibat perawatan yang tidak terencana sangat besar (Hudson *et al.*, 1997). Padahal perawatan yang terencana ini merupakan evaluasi untuk mendapatkan informasi kelayakan bangunan sehingga model perawatan dan rehabilitasi yang diperlukan dapat ditentukan. Selain itu juga untuk mengetahui seberapa efektif kegiatan perawatan yang telah dilakukan.

2. METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah denah (*master plan*) dan gambar bangunan Tower 1, Tower 2, dan Podium dari Apartemen Contoh (di kawasan Jakarta Selatan) serta data visual dari gedung tersebut. Sementara itu alat yang digunakan adalah alat

perekam visual dan borang-borang pemeriksaan untuk data *existing*.

Metode studi ini meliputi: melakukan pengamatan terhadap kondisi struktur gedung (*upper structure*), lantai per lantai, baik pada area interior maupun eksterior, menentukan lokasi kerusakan dengan cara mengidentifikasi jenis kerusakan (dari segi arsitektur, manajemen konstruksi, dan pemeliharaan), dan investigasi terhadap perbaikan yang sudah dilakukan terhadap komponen konstruksi yang telah diperbaiki.

Analisa data melalui pembobotan terhadap masing-masing komponen konstruksi gedung untuk menentukan skala prioritas dari elemen gedung tersebut berdasarkan BRE Digest 268, 1988 (Watt, 1999) (Tabel 1); dan melakukan pengujian keterhandalan gedung dengan sistem skor dan pembobotan, untuk mendapatkan kategori keterhandalan komponen konstruksi dan gedung berdasarkan BRE Digest 268, 1988 (Watt, 1999) (Tabel 2).

Tabel 1. Penilaian Pembobotan Arsitektur untuk Komponen Konstruksi

Komponen Konstruksi	Penilaian Hubungan dengan*						Total	Bobot (%)
	1	2	3	4	10		
Dinding luar								
Atap gedung								
Pintu dan jendela								
.....								
Dan seterusnya								
								100

* nilai 3 : hubungan erat, nilai 1: hubungan sedang

Faktor penilaian berhubungan dengan (1) ketahanan-kehandalan, (2) toleransi kestabilan, (3) pengaruh faktor cuaca, (4) pemeliharaan, (5) pencegahan pada api, (6) pencegahan terhadap kebisingan, (7) sistem pembangunan gedung, (8) sirkulasi pengkondisian udara, (9) ketahanan terhadap gempa, (10) lain-lain

Tabel 2. Penilaian Kondisi Gedung

Tabel 2: Penilaian Kondisi Gedung											
Komponen Konstruksi	Bobot	Forensik*				Hasil Pemeriksaan					Bobot × Nilai
						baik	sedang	rusak			
		a	b	..	g	5	4	ringan 3	sedang 2	berat 1	
Dinding luar											
Atap gedung											
.....											
Dan seterusnya											
	100										

*faktor forensik yang diamati adalah (a) matahari dan cahaya, (b) suhu, angin dan pergerakan udara, (c) hujan, (d) pasir dan debu, (e) angin dan badai, (f) gempa, (g) perusak biologis

Tabel 3. Nilai Kehandalan Gedung dan Kondisi Perawatan

Nilai Kehandalan	Kondisi Perawatan
81 – 100	Baik
61 – 80	Sedang
41 – 60	Rusak ringan
21 – 40	Rusak sedang
0 – 20	Rusak berat

Untuk mendapatkan nilai kehandalan gedung diperoleh berdasarkan persamaan: $\text{Kehandalan Gedung} = (\text{Total (bobot} \times \text{nilai)}) / 500 \times 100\%$. Sementara itu, untuk kategori kondisi perawatan gedung didapatkan berdasarkan nilai kehandalan yang telah dihitung sebelumnya. Kategori kondisi perawatan gedung dapat dilihat pada Tabel 3.

Analisa statistik dengan menggunakan model Rancangan Acak Kelompok (Gasperz, 1991),

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

dimana, Y_{ij} = nilai pengamatan, μ = rata-rata pengamatan, τ_i = pengaruh lokasi, β_j = pengaruh komponen konstruksi, dan ε_{ij} = galat penelitian.

3. HASIL DAN DISKUSI

Penilaian pembobotan dilakukan untuk segi arsitektur, manajemen konstruksi, dan pekerjaan pemeliharaan yang dinyatakan dalam persentase (%). Pembobotan arsitektur bertujuan untuk mendapatkan hubungan antara komponen konstruksi gedung dengan penampilan yang terlihat dalam desain/rancangannya. Pembobotan ini mengacu pada BRE Digest 268, 1988 (Watt, 1999) yang disesuaikan untuk Indonesia (iklim tropis basah/lembab).

Pembobotan manajemen konstruksi bertujuan untuk melihat hubungan antara komponen konstruksi dengan penyebab

kerusakannya pada saat gedung tersebut telah terbangun. Hubungan tersebut adalah upaya peninjauan langkah aspek pengendalian mutu proyek; yaitu dengan mengidentifikasi obyek jenis pekerjaan, kemudian mengkaji sifat obyek tersebut agar memenuhi keinginan pelanggan/pemilik obyek dari proyek. Hal lain yang turut mendukung mutu proyek adalah mengorganisasi dan memimpin; dengan memperhatikan hirarki (arus kegiatan) di lapangan secara horizontal dan vertikal.

Sementara itu pembobotan pekerjaan pemeliharaan bertujuan untuk mendapatkan hubungan antara komponen konstruksi dengan penampilan gedung setelah selesai dibangun 9 (sembilan) tahun lalu. Peninjauan tersebut untuk mendapatkan penyesuaian dan perubahan urutan kepentingan pekerjaan komponen konstruksi pada lokasi terbangun. Peninjauan hubungan matrik antara bagian jenis pekerjaan pada komponen konstruksi dengan akibat yang terdapat pada penampilannya merupakan upaya pemeliharaan/perawatan gedung. Upaya perubahan tersebut dilakukan untuk mencegah penyusutan dan kerusakan komponen konstruksi, mengurangi/menekan pergantian/perbaikan komponen konstruksi, dan bahkan dapat menekan perawatan keseluruhan komponen konstruksi.

Tabel 4. Penilaian Pembobotan Komponen Konstruksi Gedung Apartemen Contoh

No.	Komponen Konstruksi	Pembobotan (%)		
		Arsitektur	MK ^{*)}	Pemeliharaan
1.	Dinding luar	14,8	13,7	12,9
2.	Atap gedung	14,8	12,5	6,1
3.	Pintu dan jendela	10,8	15,0	10,2
4.	Lantai	8,0	12,5	5,0
5.	Ruang utilitas	10,0	15,0	14,5
6.	Pondasi	8,5	5,0	-
7.	Dinding massif	-	-	7,4
8.	Atap datar	-	-	11,5
9.	Penyekat dinding bagian dalam	4,8	9,0	7,4
10.	Penutup/pelapis dinding	8,0	6,2	5,4
11.	Tangga	6,8	1,2	-
12.	Rencana penempatan fasilitas	4,5	3,7	-
13.	Sistem rangka struktur	-	-	11,5
14.	Penunjang gedung	9,0	3,7	8,1
		100	-	-

*) MK: Manajemen Konstruksi

- : tidak ada

Tabel 4 menunjukkan persentase pembobotan komponen konstruksi gedung Apartemen Contoh dari segi arsitektur (desain), manajemen konstruksi, hingga ke pekerjaan pemeliharaannya. Pada Tabel 4 tersebut terlihat adanya perubahan (pengurangan dan penambahan) persentase pembobotan dari masing-masing komponen konstruksi. Selanjutnya untuk penilaian komponen konstruksi gedung akan digunakan persentase pembobotan pada manajemen konstruksi dan pekerjaan pemeliharaan.

Kehandalan komponen konstruksi pada gedung Apartemen Contoh diperoleh berdasarkan hasil pemeriksaan pada pekerjaan pemeliharaan komponen konstruksi. Hal ini bertujuan untuk melihat kondisi gedung Tower 1, Tower 2, dan Podium berdasarkan pekerjaan pemeliharaannya. Kondisi gedung-gedung tersebut akan dibandingkan dengan kondisi yang seharusnya dicapai berdasarkan manajemen konstruksinya. Pemeriksaan

masing-masing komponen konstruksi diperoleh berdasarkan sistem skor yang dikalikan dengan bobot masing-masing komponen konstruksinya (Watt, 1999).

Hasil pemeriksaan kehandalan komponen konstruksi pada Tower 1, Tower 2, dan Podium menunjukkan adanya pengaruh lingkungan di lokasi tersebut yaitu: radiasi matahari dan cahaya, iklim hayati (suhu, kelembaban, dan angin), curah hujan, pasir dan debu, gempa bumi, dan perusak biologis. Hasil pemeriksaan pekerjaan pemeliharaan (Tabel 5) menunjukkan adanya penurunan kualitas masing-masing komponen konstruksi, kecuali untuk penyekat dinding bagian dalam (interior). Penurunan terbesar ditemukan pada permukaan lantai, atap gedung, serta pintu dan jendela. Umumnya penurunan pada bagian-bagian tersebut karena material yang digunakan berbahan selulosa, sehingga faktor

biologis (rayap) lebih banyak berperan dalam penurunan kualitasnya.

Hasil sidik ragam untuk degradasi pada komponen konstruksi di Tower 1, Tower 2, dan Podium menunjukkan adanya hubungan yang signifikan (95 persen) antara faktor lingkungan dengan penurunan kualitas komponen konstruksi (Tabel 6). Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa faktor ling-

kungan perlu diperhatikan dalam pekerjaan pemeliharaan gedung-gedung di Apartemen Contoh.

Sementara itu, kehandalan gedung diperoleh berdasarkan hasil pemeriksaan pekerjaan pemeliharaan pada masing-masing komponen konstruksi (Tabel 5) untuk mendapatkan tingkat perawatannya (Tabel 7).

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Pekerjaan Pemeliharaan Tower1, Tower 2, dan Podium pada Apartemen Contoh

No.	Komponen Konstruksi	Keterhandalan (%)				Degradasi (%)		
		MK	T1	T2	P	T1	T2	P
1.	Dinding luar	68,5	51,6	64,5	51,6	16,9	4,0	16,9
2.	Atap gedung	62,5	30,5	30,5	30,5	32,0	32,0	32,0
3.	Pintu dan jendela	75,0	40,8	51,0	40,8	34,2	24,0	34,2
4.	Permukaan lantai	50,0	15,0	15,0	15,0	35,0	35,0	35,0
5.	Ruang utilitas	60,0	43,5	43,5	58,0	16,5	16,5	2,0
6.	Pondasi	25,0	-	-	-	-	-	-
7.	Dinding massif	-	37,0	35,0	37,0	-	-	-
8.	Atap datar	-	46,0	46,0	57,5	-	-	-
9.	Penyekat dinding bagian dalam	36,0	29,6	36,0	36,0	6,4	0,0	0,0
10.	Penutup/pelapis dinding	31,0	16,2	16,2	27,0	14,8	14,8	4,0
11.	Tangga	6,0	-	-	-	-	-	-
12.	Rencana penempatam fasilitas	18,5	-	-	-	-	-	-
13.	Sistem rangka struktur	-	57,5	57,5	57,5	-	-	-
14.	Perlengkapan penunjang	24,8	24,3	24,3	24,3	0,5	0,5	0,5

MK: Manajemen Konstruksi T1 : Tower 1 T2 : Tower 2 P : Podium

Tabel 6. Analisa Sidik Ragam Degradasi Komponen Konstruksi di Tower 1, Tower 2, dan Podium pada Apartemen Contoh

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Lokasi	2	1,08	0,54	4,00*	2,77	4,28
Komponen konstruksi	7	8,50	1,21			
Galat	14	4,25	0,30			

*nyata pada taraf α 0,05

Dari hasil pemeriksaan diperoleh bahwa kehandalan gedung Tower 1 adalah 78,40 persen dan tergolong dalam tingkat perawatan sedang. Keterhandalan gedung Tower 2 adalah 81,50 persen dengan tingkat perawatan baik. Sementara itu untuk Podium, keterhandalan gedungnya adalah 87,24 persen dengan tingkat perawatan baik. Degradasi terbesar ditemukan pada Tower 1 (13,06 persen) dan yang terendah pada Podium (4,22 persen).

Pada Tower 1 dan Tower 2, faktor cahaya matahari dan curah hujan dapat mempengaruhi kondisi dinding luar, atap gedung, pintu dan jendela, ruang utilitas, dinding massif, atap datar, penyekat dinding bagian dalam, sistem rangka struktur, dan perlengkapan penunjang gedung. Faktor iklim hayati (suhu, kelembaban, dan gerakan udara) pada kedua gedung tersebut juga dapat mempengaruhi semua komponen konstruksi.

Tabel 7. Kehandalan Gedung Tower 1, Tower 2, dan Podium di Apartemen Contoh

No.	Gedung	Tingkat Perawatan	Keterhandalan (%)		Degradasi (%)
			MK	HP	
1.	Tower 1	Sedang	91,46	78,40	13,06
2.	Tower 2	Baik	91,46	81,50	9,96
3.	Podium	Baik	91,46	87,24	4,22

MK: Manajemen Konstruksi, HP: Hasil Pemeriksaan pekerjaan pemeliharaan

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Faktor Forensik yang Mempengaruhi Komponen Konstruksi Gedung Tower 1, Tower 2, dan Podium di Apartemen Contoh

No.	Komponen Konstruksi	Tower 1		Tower 2		Tower 3	
		K	FF	K	FF	K	FF
1.	Dinding luar	sedang	abcefg	baik	abcefg	sedang	abcdefg
2.	Atap gedung	baik	abcde	baik	abcde	baik	abcdefg
3.	Pintu dan jendela	sedang	abcdefg	baik	abcdefg	sedang	abcdefg
4.	Permukaan lantai	rsk rgn	bdfg	rsk rgn	bdfg	rsk rgn	abcdefg
5.	Ruang utilitas	rsk rgn	abcdfg	rsk rgn	abcdfg	sedang	abcdefg
6.	Dinding massif	baik	abcdefg	baik	abcdefg	baik	abcdefg
7.	Atap datar	sedang	abcdefg	sedang	abcdefg	baik	abcdefg
8.	Penyekat dinding	sedang	abcg	baik	abcg	baik	abcdefg
9.	Pelapis dinding	rsk rgn	bdfg	rsk rgn	bdfg	baik	abcdefg
10.	Rangka struktur	baik	abcdefg	baik	abcdefg	baik	abcdefg
11.	Perlengkapan penunjang	rsk rgn	abcdefg	rsk rgn	abcdefg	rsk rgn	abcdefg

K: kondisi FF: faktor forensik

rsk rgn: rusak ringan

a: matahari dan cahaya

b: suhu, kelembaban, dan pergerakan udara

c: hujan

d: pasir dan debu

e: angin dan badai

f: gempa bumi

g: faktor biologis

Sementara itu faktor hujan dapat mempengaruhi bagian luar dari gedung (eksterior) seperti dinding luar, atap gedung, pintu dan jendela, ruang utilitas, dinding massif, atap datar, penyekat dinding, sistem rangka struktur, perlengkapan penunjang. Sementara itu di Podium, semua faktor lingkungan/forensik mempengaruhi komponen konstruksi. Untuk lebih jelasnya hasil pemeriksaan faktor forensik ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Bobot persentase dihitung berdasarkan tingkat hubungan komponen konstruksi yang satu dengan lainnya, dengan rasio komponen eksterior dan interior adalah 1:1. Tingkatan hubungan komponen konstruksi pada pembahasan ini dititikberatkan pada tahap pemeliharaan, sehingga Bidang Manajemen Pemeliharaan cukup mempengaruhi hasil pemeriksaan komponen konstruksi pada gedung-gedung tersebut. Tingkatan hubungan komponen yang satu dengan lainnya terkait dengan masa pakai gedung 9 (sembilan) tahun menyebabkan terjadinya penyusutan/penyesuaian persentase yang sesuai dengan daerah beriklim tropis lembab; khususnya di lingkungan eksterior. Secara umum untuk daerah tropis, analisa daya tahan komponen konstruksi sebaiknya berdasarkan rasio disain dan manajemen konstruksi : pemeliharaan : lingkungan dan lain-lain adalah 4:1:3. Dengan demikian daya tahan dan kehandalan komponen konstruksi suatu gedung 80 persen dapat ditentukan berdasarkan faktor disain, pelaksanaan, dan lingkungan sekitar gedung. Selanjutnya daya tahan dan kehandalan gedung hanya 20 persen ditentukan oleh faktor pemeliharaan.

4. KESIMPULAN

Daya tahan dan kehandalan suatu gedung sangat ditentukan oleh faktor disain, pelaksanaan, dan lingkungan sekitar gedung yang mencapai bobot 80 persen, sedangkan faktor pemeliharaan bobotnya 20 persen.

Secara umum hasil pemeriksaan menunjukkan kehandalan gedung pada kondisi sedang sampai dengan baik, dengan nilai degradasi (penyusutan) 4,22 persen sampai 13,06 persen.

Kehandalan masing-masing komponen konstruksi di tiap gedung menunjukkan kondisi rusak ringan sampai dengan baik. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi komponen konstruksi sangat dipengaruhi oleh hasil pelaksanaan *upper-structure* yang kurang optimal, faktor disain yang kurang memperhatikan pemilihan bahan komponen konstruksi dengan lingkungan tropis; serta jaminan sistem dan standar pengawasan pelaksanaan gedung yang kurang efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Harmadi, A.** (2004), *Analisis Tingkat Kepuasan Tenant Terhadap Kinerja Perawatan Lift pada Pusat Perbelanjaan*, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta.
- Hudson, W.R., Haas, R., and Uddin, W.** (1997), *Infrastructure Management: Design, Construction, Maintenance, Rehabilitation, And Renovation*, Mc Graw Hill, New York.
- Gasperz, V.** (1991), *Metode Perancangan Percobaan*, C.V. Armico, Bandung.
- Nurjaman, H.N.** (2003), *Metode Penelitian Kehandalan Struktur Bangunan Berdasarkan Pengukuran Micro-tremor dalam Rangka Pemeliharaan*,

Perawatan, dan Pemeriksaan Berkala, Seminar FTSP UPI-YAI, 22 Mei 2003, Jakarta.

Rostiyanti, S. (2005), *Studi Pengaruh Umur Gedung pada Kualitas Pemeliharaan Sistem Pencegahan Kebakaran*, Prosiding Memperingati 25 Tahun Pendidikan MRK di

Indonesia, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Soeharto, I. (1985), *Manajemen Proyek: dari Konseptual sampai Operasional*, Djambatan, Jakarta.

Watt, D.S. (1999), *Building Pathology: Principles and Practices*, Blackwell Sciences, Ltd., Oxford.