

PENILAIAN KERUSAKAN PADA GEDUNG KANTOR JASA RAHARJA LHOKSEUMAWE

Yulius Rief Alkhaly

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

email: yr.alkhaly@gmail.com

Abstrak

Gedung kantor PT. Jasa Raharja (persero) Perwakilan Lhokseumawe berada di Jalan Malikussaleh No. 1, Kecamatan Banda Sakti, Lancang Garam, Kota Lhokseumawe. Gedung berlantai satu ini diperkirakan berumur 15 tahun (dibangun sekitar tahun 1997) dan diresmikan pemakaiannya pada 12 Agustus 1998. Kondisi eksisting elemen beton pada bangunan telah mengalami kerusakan berupa korosi tulangan dan retak, serta penurunan kualitas material dengan tingkat kerusakan yang bervariasi. Perbaikan diperlukan untuk mengembalikan masa layan bangunan agar dapat berfungsi secara aman dan nyaman. Pertimbangan utama perbaikan pada sistem struktur adalah kemudahan pengerjaan dan efisiensi biaya. Tahapan yang ditempuh dalam metode penelitian ini berupa: investigasi visual lapangan, penilaian tingkat kerusakan bangunan, evaluasi dan penentuan solusi. Evaluasi mutu beton dilakukan dengan alat Schmids Hammer dan Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) pada elemen eksisting bangunan. Perbaikan bangunan dilakukan dengan menggunakan dua metode, pertama: seluruh elemen beton yang berkriteria rusak berat digantikan dengan elemen beton baru, kedua: elemen beton yang berkriteria rusak ringan/sedang dibobok lokal dan diganti beton baru. Dari hasil pengujian non-destruktif diketahui bahwa sisa kekuatan elemen beton diperkirakan sebesar 11 MPa, sehingga perlu tindakan penggantian struktur atap dengan konstruksi yang lebih ringan agar beban yang diterima oleh kolom menjadi lebih kecil.

Kata kunci: *evaluasi mutu beton, tingkat kerusakan, perbaikan.*

1. Pendahuluan

Gedung kantor PT. Jasa Raharja (persero) Perwakilan Lhokseumawe terletak di Jalan Malikussaleh No. 1, Lancang Garam, Kecamatan Banda Sakti, Kota Lhokseumawe, merupakan sarana bagi terlaksananya proses pelayanan jasa asuransi bagi penduduk kota Lhokseumawe dan sekitarnya. Ketersediaan sarana yang laik pakai akan memberikan tingkat kenyamanan dan keamanan bagi pegawai/karyawan dalam bekerja sehingga upaya memberikan pelayanan perkantoran yang lebih baik sesuai dengan *motto* Perusahaan: *Utama dalam Perlindungan, Prima Dalam Pelayanan* dapat terwujud.

Struktur gedung menggunakan balok dan kolom beton bertulang dengan dinding bata merah. Dilihat secara umum, pada gedung ini telah tampak retakan, korosi tulangan dan pelapukan pada beton strukturalnya, walaupun secara usia bangunan relatif masih muda, diperkirakan berumur 15 tahun (dibangun sekitar tahun 1997). Bangunan ini diresmikan pemakaiannya pada tahun 1998. Berhubung tidak adanya dokumen teknis pelaksanaan pembangunan berupa *As built drawing* dan dokumen pendukung lainnya (seperti data mutu bahan, rencana kerja dan syara-syarat), maka data awal yang digunakan adalah berdasarkan investigasi visual saja



Gambar 1 Plakat peresmian gedung kantor PT. Jasa Raharja (persero) Perwakilan Lhokseumawe

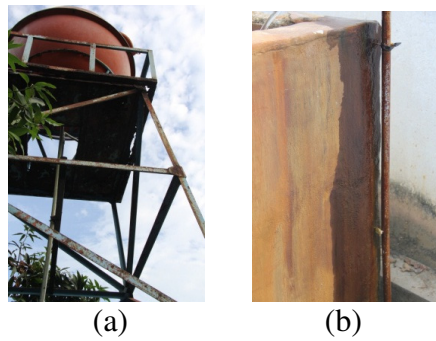
Gedung ini merupakan bangunan 1 (satu) lantai, dengan luas lantai total sebesar 450 m². Gaya arsitektur yang ditampilkan berupa gaya arsitektur rumah adat Aceh. Struktur utama gedung adalah kolom beton betulang diameter 40 cm dengan ketinggian ± 7 m sebanyak 20 buah. Pada dasar kolom terdapat pondasi tapak yang diperkirakan berukuran 1 m x 1 m. Pondasi tapak diikat oleh balok sloof dengan perkiraan ukuran 30 cm x 60 cm. Pada ketinggian 4 m, kolom utama dihubungkan oleh balok *sun wearing* berukuran 10 cm x 65 cm, dan pada ujung kolom atas mendukung ring balok berukuran 15 cm x 22 cm. Lantai bagian dalam ruangan dilapisi keramik 20 cm x 20 cm dan dinaungi oleh plafon papan kayu. Sebagai penutup atap, bangunan ini menggunakan genting yang disokong oleh kuda-kuda kayu bentang lebar. Bagian depan bangunan memiliki *entrance* yang disokong oleh kolom dengan diameter 40 cm sebanyak 2 buah dan kolom 40 cm x 40 cm sebanyak 2 buah.



Gambar 2 Tampak depan dan belakang gedung kantor PT. Jasa Raharja (persero) Perwakilan Lhokseumawe

Lokasi pendirian bangunan awalnya merupakan daerah rawa-rawa dengan jenis tanah berpasir yang kemudian ditinggikan memakai timbunan tanah liat didatangkan dari lokasi lain. Gedung berjarak ± 1 km dari pantai. Dari jenis lokasi dan jaraknya yang cukup dekat ke laut, maka dapat dipastikan bahwa lokasi bangunan merupakan daerah dengan lingkungan cukup moderat bagi terjadinya proses korosi.

Berdasarkan uraian di atas dan melihat kondisi struktur gedung saat ini, maka dalam upaya meminimalkan resiko kegagalan struktur dan konsekuensinya, perlu segera diketahui penyebab terjadinya korosi dan kerusakan lainnya sehingga diketahui pula cara perbaikan/perawatan yang tepat terhadap permasalahan yang terjadi.



Gambar 3 (a) Korosi yang terjadi pada menara air. (b) Bercak karat pada bak air disebabkan oleh kondisi air rawa

Masa layan suatu bangunan gedung sangat dipengaruhi oleh ada-tidaknya kerusakan pada gedung pada gedung tersebut karena kinerja komponen struktur bangunan akan menurun bila adanya kerusakan. Langkah investigasi visual untuk memulai proses identifikasi tingkat kerusakan bangunan. Investigasi ini berguna untuk mendapatkan informasi awal tentang jenis kerusakan dan lokasinya. Selanjutnya data ini dipakai sebagai dasar dalam menentukan langkah identifikasi teknis dan alat pengujian yang tepat bagi pemeriksaan kerusakan (Anonim, 1996).

Agar tercapainya umur bangunan sesuai dengan umur rencana, maka diperlukan pemeliharaan dan perawatan bangunan secara berkala. Hal ini sejalan dengan definisi dan pengertian yang terdapat dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 24/Prt/M/2008, tentang pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung, yaitu:

- a. Pemeliharaan bangunan gedung adalah kegiatan menjaga keandalan bangunan gedung beserta prasarana dan sarannya agar bangunan gedung selalu laik fungsi (*preventive maintenance*).
- b. Perawatan bangunan gedung adalah kegiatan memperbaiki dan/atau mengganti bagian bangunan gedung, komponen, bahan bangunan, dan/atau prasarana dan sarana agar bangunan gedung tetap laik fungsi (*curative maintenance*).

2. Dasar Teori

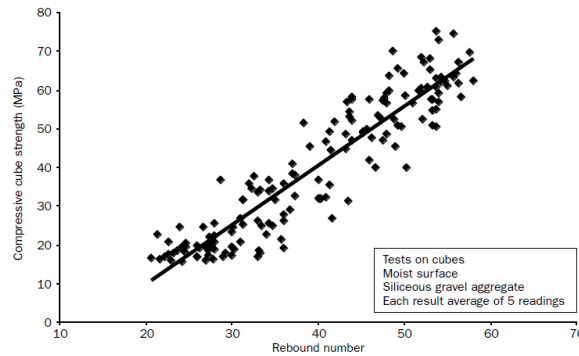
2.1 Pengujian Beton Tanpa Merusak (*Non Destructive Test*)

A. *Hammer test*

Hammer test merupakan salah satu dari *non distructive test* sangat cocok bila dipakai untuk melakukan evaluasi keseragaman dari mutu beton. Alat ini mengandalkan besarnya nilai pantulan yang diberikan oleh permukaan beton yang dihammer. Semakin keras permukaan beton yang dihammer, semakin tinggi nilai reaksi dari pantulan (nilai *rebound*).



Gambar 4 Schmids Hammer



Gambar 5 Hubungan Nilai Pantul dan Kuat Tekan Beton

Sumber: Bungey, J. H., dan Millard, S. G., 1996

Harga *rebound* hammer diambil harga rata-ratanya dari 10 (sepuluh) pengujian. Selanjutnya harga ini diterjemahkan ke dalam nilai kuat tekan beton dan kriteria nilai pantul seperti diperlihatkan dalam Gambar 5 dan Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Penilaian Hasil Hammer Test

Angka Pantulan Rata-rata	Kualitas Beton
> 40	Sangat Baik
30 - 40	Cukup Baik
20 - 30	Kurang Baik
< 20	Buruk

Sumber: Bungey, J. H., dan Millard, S.G., 1996

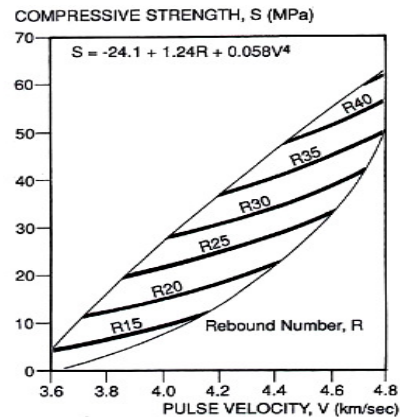
B. Ultrasonik Pulse Velocity (UPV)

Pengujian Ultrasonik berguna untuk mengetahui tingkat kepadatan beton dan kekuatan beton dengan mengkorelasikan hasil pengujian Ultrasonik dengan hasil kekuatan tekan.



Gambar 6 Alat Ultrasonic Pulse Velocity

Hasil pengamatan dinyatakan dengan kecepatan rambat yang terjadi pada benda uji beton yang dites. Besar kecepatan ini berbanding lurus dengan kepadatan beton dan sekaligus juga berbanding lurus dengan kuat tekan beton tersebut. Hubungan nilai pantul dengan dengan nilai *Pulse Velocity* diperlihatkan dalam Gambar 7 berikut:



Gambar 7 Hubungan Nilai Pantulan dengan Pulse Velocity

Sumber: Bungey, J. H., dan Millard, S.G., 1996

2.2 Kriteria Penilaian Kerusakan

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 24/Prt/M/2008 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung, kriteria tingkat kerusakan bangunan dapat digolongkan atas tiga tingkat kerusakan, yaitu:

a. Kerusakan ringan

- 1) Kerusakan ringan terutama pada komponen non-struktural, seperti penutup atap, langit-langit, penutup lantai, dan dinding pengisi.
- 2) Perawatan untuk tingkat kerusakan ringan, biayanya maksimum adalah sebesar 35% dari harga satuan tertinggi pembangunan bangunan gedung baru yang berlaku, untuk tipe/klas dan lokasi yang sama.

b. Kerusakan sedang

- 1) Kerusakan sedang adalah kerusakan pada sebagian komponen non-struktural, dan atau komponen struktural seperti struktur atap, lantai, dan lain-lain.
- 2) Perawatan untuk tingkat kerusakan sedang, biayanya maksimum adalah sebesar 45% dari harga satuan tertinggi pembangunan bangunan gedung baru yang berlaku, untuk tipe/klas dan lokasi yang sama.

c. Kerusakan berat

- 1) Kerusakan berat adalah kerusakan pada sebagian besar komponen bangunan, baik struktural maupun non-struktural yang apabila setelah diperbaiki masih dapat berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya.
- 2) Biayanya maksimum adalah sebesar 65% dari harga satuan tertinggi pembangunan bangunan gedung baru yang berlaku, untuk tipe/klas dan lokasi yang sama.

Sedangkan untuk keperluan penilaian, kriteria tingkat kerusakan didefinisikan sebagai berikut:

- a. Kerusakan Ringan: yaitu elemen struktural atau non struktural hanya mengalami kerusakan kecil (minor) yang tidak mempengaruhi kinerja secara struktur atau arsitektur.
- b. Kerusakan Sedang: yaitu elemen struktural atau non struktural telah mengalami kerusakan oleh deteriorasi minor, kehilangan luasan, pengelupasan, retak dan lainnya namun belum atau hanya sedikit mempengaruhi kinerja secara struktur atau arsitektur.

- c. Kerusakan Berat: yaitu elemen struktural atau non struktural telah mengalami kerusakan oleh deteriorasi mayor, kehilangan luasan, pengelupasan, retak dan lainnya yang mempengaruhi kinerja secara struktur atau arsitektur.

2.3 Jenis Kerusakan Beton dan Metode Perbaikan

Dalam Tabel 2 berikut disajikan rangkuman berbagai metode perbaikan serta material yang dipakai untuk memperbaiki kerusakan pada beton bertulang.

Tabel 2 Jenis Kerusakan dan Metode Perbaikan

Kerusakan	Metode Perbaikan	Material
Retak yang hidup (Live/active crack)	- Caulking	Elastomeric Sealer
	-Injeksi bertekanan menggunakan flexible filler	flexible epoxy filler
	- Jacketing (strapping)	Kawat atau batang baja
	- Overlaying	Membran atau mortar khusus
	- Perkuatan	Plat baja, post tensioning, stitching, dsb
Retak yang "dormant"	- Caulking	Cement grout atau mortar, fast setting mortar
	-Injeksi bertekanan menggunakan rigid filler	rigid epoxy filler
	- Coating	Bituminous coating, tar
	- Overlaying	Asphalt overlay dengan membran
	- Grinding dan overlaying	Latex modified concrete, beton sangat padat
	- Dry pack	Dry pack
	- Shotcrete	Mortar(semen), fast setting mortar, Mortar semen, beton epoxy atau poyimer
	- Jacketing (strapping)	Batang baja
	- Perkuatan	post tensioning dsb
	- Rekonstruksi	Sesuai kebutuhan
- Voids	- Dry pack	- Dry pack
-Honeycombs	- Patching -	PC grout, mortar atau semen
	- Resurfacing	Beton epoxy atau polymer
	- Shotcrete	Fast setting mortar
	- Preplaced aggregate	Agregat kasar dan grout
	- Penggantian	Sesuai kebutuhan
Scalling	- Overlaying	Beton, latex modified concrete, semen aspal, epoxy atau polymer concrete
	- Shotcrete	Fast setting mortar, mortar semen
	- Coating	Bituminous coating
	- Penggantian	Sesuai kebutuhan
	Spalling	- Patching -
- Shotcrete		mortar semen, Fast setting mortar
- Overlay		latex modified concrete, beton aspal, beton
- Coating		Bituminous coating
- Penggantian		Sesuai kebutuhan

Sumber: Isneini, M., 2009.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Investigasi Visual

Kerusakan bangunan dapat disebabkan oleh banyak hal, seperti efek air, efek termal, efek pembebanan jangka panjang, efek beban siklik, efek kondisi lingkungan ekstrim, efek mutu material dan pengerjaan yang buruk, efek terkena bahan kimia berbahaya dan efek lainnya. Pemeriksaan berkala terhadap beton pada suatu kontruksi sangat diperlukan mengingat masa pelayanannya yang terus

bertambah. Investigasi awal (*preliminary investigation*) atau investigasi visual (*visual investigation*) merupakan langkah awal dalam pemeriksaan bangunan eksisting. Investigasi ini bertujuan untuk memperoleh informasi awal tentang kondisi bangunan dan tingkat kerusakannya, kemungkinan perbaikan serta informasi tentang kebutuhan investigasi yang lebih jauh. Kondisi bangunan diamati secara visual dan dilakukan pengambilan gambar dengan menggunakan kamera digital. Bagian-bagian struktur bangunan yang mengalami kerusakan diamati dan difoto. Pengamatan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kerusakan dan memutuskan kebutuhan investigasi detail yang bersifat teknis dan penentuan jenis alat pengujian. Langkah investigasi visual adalah:

1. Melakukan pengamatan atau pemeriksaan secara visual terhadap bagian-bagian bangunan yang mengalami gejala kerusakan atau kerusakan yang telah terjadi dan mencatat jenis kerusakan, tingkat kerusakan dan pola kerusakan.
2. Mengelompokkan bagian-bagian dari bangunan tersebut berdasarkan bagian yang rusak dan yang tidak rusak, kemudian menandai bagian yang rusak untuk dilakukan pemeriksaan nantinya.
3. Membuat sketsa bagian-bagian dari bangunan yang rusak, melakukan pemotretan dan mendeskripsikan jenis kerusakannya.
4. Menetapkan metode pemeriksaan yang perlu dilakukan nantinya dengan melihat kondisi dan situasi dari daerah yang mengalami kerusakan.

Alat yang dipakai dalam investigasi ini adalah: sikat baja, alat pengukur/meteran dan kamera digital.

3.2 Investigasi Detail

Tahap selanjutnya dalam melakukan identifikasi kerusakan adalah pelaksanaan Investigasi lengkap (*detailed investigation*). Kegiatan ini merupakan investigasi yang bersifat teknis. Kegiatan ini meliputi:

1. Dokumentasi
Pembuatan gambar teknis: denah, potongan, dan perkiraan pondasi.
2. Observasi kondisi lapangan
Hal-hal yang harus diidentifikasi antara lain:
 - a. Lebar, panjang, dan kedalaman retak, baik pada bagian struktural maupun nonstruktural, lokasi dan jenis retak;
 - b. Pengelupasan (*spalling*), retakan (*cracking*), Rongga (*honeycombing*), dan kerusakan pada permukaan lainnya turut dicatat dan direkam;
 - c. Korosi pada tulangan, ukuran awal dan ukuran setelah korosi.
3. Pengujian Lapangan
Pengujian *nondestructive* di lapangan untuk mengetahui kekuatan beton.
 - a. Pembobokan elemen beton;
 - b. Pengujian *Schmids Hammer*
Kekerasan beton atau kekuatan beton diuji dengan menggunakan alat yang diciptakan oleh Ernest Schmids, populer dengan nama *Schmids Concrete Hammer*;
 - c. Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity*
Pengujian kerapatan massa beton diuji dengan alat uji ultrasonik (UPV). Pengujian dapat dilakukan dengan metoda langsung/tidak langsung.

4. Interpretasi.

Tahap interpretasi dapat dibagi menjadi tiga tahapan yang berbeda :

- a. Peninjauan mengenai kekuatan bahan.
- b. Kalibrasi
- c. Analisa/Perhitungan.

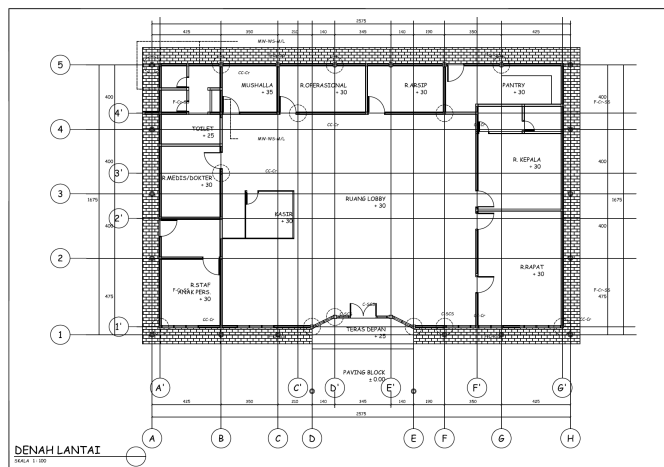
Alat yang dipakai dalam investigasi ini adalah: sikat baja, alat pengukur/meteran, martil, gerinda, kamera digital, *Schmids Hammer* tipe N 34, No 127023. dan *Ultrasonic Pulse Velocity* merek Pundit.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Lokasi dan Jenis Kerusakan

Lokasi kerusakan elemen bangunan hasil investigasi dibuat berdasarkan lokasi *grid* dari denah lantai seperti ditunjukkan pada Gambar 8. Adapun jenis-jenis dan tingkat kerusakan yang telah terjadi disajikan dalam bentuk tabulasi seperti diperlihatkan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Kerusakan yang terjadi dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu:

1. Kerusakan bersifat struktural, yaitu kerusakan yang menurunkan daya tahan struktur dalam melayani beban bangunan dan dapat menyebabkan kegagalan struktur.
2. Kerusakan yang bersifat non struktural, yaitu kerusakan yang terjadi pada elemen arsitektur atau elemen bantu lainnya yang tidak berdampak pada kegagalan struktur.



Gambar 8 Denah Lantai dan Grid-nya

Tabel 3 Jenis dan Lokasi Kerusakan Struktural

No	Elemen	Posi si Grid	Ukuran Elemen (cm)	Tulan-gan	Tebal Selimut (cm)	Jenis keusa-kan	Penyebab	Tingkat Kerusa-kan
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Kolom praktis	A-1	13 x 13	4 Ø 10	1,5 cm	Retak	Pergerakan lateral dinding (gempa), dan degradasi mutu beton	Sedang

Lanjutan Tabel 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Kolom praktis	C-1	13 x 13	4 Ø 10	1,5 cm	Retak memanjang	Pengaruh lendutan balok yang menumpu di atasnya	Berat
3	Kolom	D-1	33 x 65	6 Ø 14	4	Retak, Pengelupasan + Korosi tulangan	Korosi karena degradasi mutu beton, sisa dia. tul. 12 mm	Berat
4	Kolom	D'-1	33 x 65	6 Ø 14	4	Retak sambungan, Korosi tulangan	Korosi karena degradasi mutu beton, sisa dia. tul. 13 mm	Berat
5	Kolom	E'-1	33 x 65	6 Ø 14	4	Retak sambungan	Kurang baik rekatan antara permukaan kolom lama dengan plesteran baru	Ringan
6	Kolom praktis	F-1	13 x 13	4 Ø 10	1,5	Retak	Korosi karena degradasi mutu beton, sisa dia. tul. 9 mm	Berat
7	Kolom praktis	H-1	13 x 13	4 Ø 10	1,5	Pengelupasan dan Korosi tulangan	Korosi karena degradasi mutu beton, sisa dia. tul. 7 mm	Berat
8	Kolom praktis	B-3'	13 x 13	4 Ø 10	1,5	Pengelupasan dan Korosi tulangan	Korosi karena degradasi mutu beton, sisa dia. tul. 7 mm	Berat
9	Kolom praktis	C-4'	13 x 13	4 Ø 10	1,5	Retak memanjang	Korosi tulangan dan pengaruh lendutan balok yang menumpu di atasnya	Berat
10	Kolom praktis	F-4'	13 x 13	4 Ø 10	1,5	Retak dan Korosi tulangan	Korosi tulangan dan pengaruh lendutan balok yang menumpu di atasnya, sisa dia. tul. 7 mm	Berat
11	Balok	As-C dan As-F	21 x 25, Panjang : 1800	4 Ø 12	1,5 cm	Defleksi besar, $\delta = 14,9$ cm	Ukuran balok dan tulangan terpasang tidak sesuai dengan panjang bentang balok	Berat
12	Balok sun wearing	Keliling gedung	10 x 64, Panjang : variasi 3100 s.d 4000	2 Ø 8 (tulangan bawah)	4	Retak, lebar retak variasi 1 mm s.d 2 mm	Tulangan terpasang tidak sesuai beban sendiri balok	Sedang

Lanjutan Tabel 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Balok	entrance	20 x 60, Panjang : 6250	-	-	Retak, lebar retak variasi 1 mm s.d 2 mm	Retak pada sambungan balok-kolom disebabkan oleh pergerakan lateral (gempa), sedangkan retak pada bagian tengah bentang balok dapat diduga akibat tulangan yang terpasang kurang dari semestinya	Sedang

Tabel 4 Jenis dan Lokasi Kerusakan Non-Struktural

No	Elemen	Jenis Kerusakan	Penyebab	Tingkat Kerusakan
1	Lantai Selasar	Retak, lebar retak variasi 1 mm s.d 3 mm	Retak karena pengaruh thermal, selanjutnya terjadi rembesan air di bawah lantai yang mengakibatkan pergeseran/penurunan tanah	Sedang
2	Dinding	Rembesan air dan berlumut	Rembesan air disebabkan oleh pasangan bata dan plesteran tidak kedap air	Berat
3	Plafon Luar	Pelapukan kayu	Rembesan air yang mengakibatkan pelapukan papan kayu karena jenis kayu yang tidak tahan terhadap perubahan basah-kering	Berat
4	Listplank	Pelapukan kayu	Pelapukan papan kayu oleh pergantian basah kering, jenis kayu yang digunakan tidak tahan terhadap keadaan tersebut	Berat

4.2 Interpretasi Hasil Pengujian

4.2.1 Pengujian Pembobokan

Pengujian Pembobokan dimaksudkan untuk memperoleh gambaran terhadap kemudahan/kesukaran dalam menghancurkan matriks beton. Dari hasil pembobokan ini dapat diketahui beberapa keadaan, yaitu:

- a. Warna matriks beton;
- b. Ukuran agregat;
- c. Kelekatan agregat;
- d. Diameter dan kondisi tulangan beton, serta
- e. Tebal selimut beton.



Gambar 9 (a) Pembobokan pada Kolom E'-1 (kondisi rusak), (b) Pembobokan pada Pondasi Kolom A-5 (kondisi utuh)

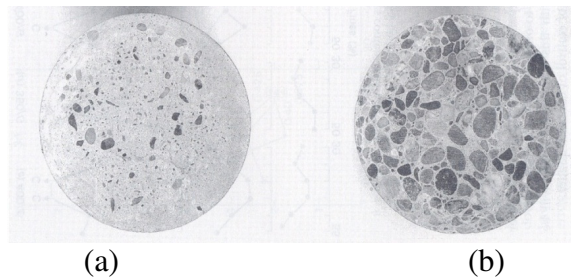
Selain pada elemen beton yang telah mengalami kerusakan, pembobokan juga dilakukan pada elemen beton yang kelihatan masih baik dan utuh. Hal ini dilakukan guna memperoleh data pembandingan.

Selanjutnya untuk Interpretasi hasil pengujian pembobokan dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Warna matriks beton

Dari hasil pembobokan pada elemen beton kondisi rusak dan pembobokan pada elemen beton kondisi utuh, diketahui bahwa warna matriks beton dari seluruh elemen adalah putih pucat, hampir menyerupai warna dari Gambar 10(a). Hanya elemen yang terdapat pada elemen pondasi warna matriks betonnya menyerupai Gambar 10(b). Dengan demikian dapat diinterpretasikan bahwa:

- Tidak dilakukan perawatan elemen beton sebagaimana mestinya pada masa sesudah pengecoran, terlihat bahwa warna elemen beton pada pondasi lebih baik dikarenakan oleh terjaganya kehilangan air semen.
- Faktor air semen (FAS) yang digunakan diperkirakan berkisar antara 0,6 - 0,8; seharusnya untuk daerah dengan kondisi lingkungan moderat FAS minimum adalah 0,5.



**Gambar 10 (a) Beton dengan Faktor Air Semen 0,65; dan
(b) Beton dengan Faktor Air Semen 0,5**

Sumber: Popovics, S., 1992

b. Ukuran agregat;

Gambar 11 memperlihatkan ukuran agregat maksimum yang didapat dari hasil pembobokan pada elemen kolom D-1 dan kolom E'-1. Ukuran agregat maksimum mencapai 70 mm, padahal standar ukuran maksimum yang diperbolehkan untuk beton struktural adalah 40 mm. Dengan demikian dapat diinterpretasikan bahwa: Agregat yang digunakan tidak memenuhi syarat uji saringan



Gambar 11 Ukuran Agregat Maksimum yang Digunakan

c. Kelekatan agregat

Pada elemen kondisi rusak maupun pada elemen kondisi utuh, kelekatan agregat kasar dengan semen sangat lemah dan diketahui bahwa kekuatan selimut beton lebih baik dibanding inti elemen. Pada sebagian elemen beton agregat kasar dapat dicabut menggunakan tangan, hanya pada elemen pondasi yang memiliki kelekatan agregat yang baik. Selanjutnya, diketahui pula bahwa seluruh elemen kondisi rusak tidak dapat diratakan permukaannya menggunakan gerinda karena agregat kasar langsung terlepas. Berdasarkan hal ini dapat diinterpretasikan bahwa: Mutu awal beton rendah, dan diperkirakan pengadukan beton menggunakan air payau (air di lokasi gedung), sehingga pada umur 15 tahun beton telah mengalami gradasi mutu (penurunan mutu) secara bertahap akibat reaksi bahan-bahan di dalam semen dengan air payau.

d. Diameter dan keadaan tulangan beton

Elemen kolom diameter 40 cm dan kolom 33 cm x 65 cm, menggunakan tulangan diameter 14 mm. Elemen kolom praktis dan elemen ring balok menggunakan diameter tulangan 10 mm. Kondisi tulangan beton pada elemen beton kondisi rusak, sedangkan pada elemen kondisi utuh, keadaan tulangan relatif masih baik walau telah tampak korosi ringan, kecuali pada elemen kolom B-5 terlihat tulangan sudah mulai korosi. Hal ini terjadi karena elemen kolom B-5 terletak di daerah kelembaban tinggi (kamar mandi). Berbeda dengan elemen kolom lainnya, kondisi tulangan beton masih baik (tanpa korosi) ditemui pada elemen pondasi kolom A-5.

e. Tebal selimut beton

Tebal selimut beton yang di dapat dari hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

- Elemen kolom bulat dan kolom persegi 4 - 5 cm
- Elemen kolom praktis dan ring balok 1,5 - 2 cm

4.2.2 Pengujian *Schmids Hammer*

Hasil pengujian menggunakan alat *Schmids Hammer* disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 5 Nilai Pantulan *Schmids Hammer* pada Elemen Beton Kondisi Utuh

No.	Elemen Beton	Rata-Rata Nilai Pantul	Kualitas Beton
1	Kolom B-5	38	Cukup
2	Kolom D'-5	32	Cukup
3	Kolom G-5	17	Buruk
4	Ring Balok As 4-GH	21	Kurang Baik
	Rata-rata total (R)	27	Kurang Baik

Berdasarkan grafik dari Gambar 5, diperkirakan bahwa nilai kuat tekan rata-rata beton pada elemen yang telah mengalami kerusakan adalah sebesar 11 MPa, sedangkan perkiraan nilai kuat tekan rata-rata beton pada elemen yang tampak baik adalah 20 MPa. Jadi, seluruh elemen beton yang telah mengalami kerusakan dapat dipastikan telah terjadi degradasi mutu beton.

Tabel 6 Nilai Pantulan Schmid's Hammer pada Elemen Beton Kondisi Rusak

No.	Elemen Beton	Rata-Rata Nilai Pantul	Kualitas Beton
1	Kolom Praktis A-1	20	Kurang Baik
2	Kolom Persegi D1	19	Buruk
3	Kolom Persegi D'-1	14	Buruk
4	Kolom Persegi E'-1	21	Kurang Baik
5	Kolom Praktis H-1	16	Buruk
6	Kolom Praktis B-3'	28	Kurang Baik
7	Kolom Praktis F-4'	18	Buruk
	Rata-rata total (R)	20	Kurang Baik

4.2.3 Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)*

Berhubung permukaan beton yang telah mengalami kerusakan tidak dapat dilakukan perataan, maka pengujian dengan UPV tidak dapat dilaksanakan langsung pada permukaan beton. Dalam hal ini, pengujian UPV hanya dilakukan terhadap 3 (tiga) sampel potongan matriks beton yang diambil dari Kolom E-1. Ketebalan sampel adalah 6 cm. Dari hasil pengujian UPV di dapat nilai Pulse Velocity-nya rata-rata adalah 3551 m/s atau mendekati 3,6 km/s. Berdasarkan nilai rata-rata pantulan pada elemen beton kondisi rusak ($R=20$), dan nilai Pulse Velocity = 3,6 km/s, maka berdasarkan grafik pada **Gambar 7** didapat perkiraan kuat tekan beton adalah sebesar 11 MPa.

4.2.4 Perbaikan Kerusakan

Kekuatan beton pada elemen struktur dengan tingkat kerusakan berat telah mengalami degradasi mutu, yaitu kuat tekan sisa mendekati 11 MPa. Berdasarkan hal ini, maka langkah terbaik dalam perbaikan elemen beton dengan kriteria rusak berat adalah mengganti dengan elemen beton yang baru. Sedangkan untuk elemen dengan kondisi rusak sedang cukup dilakukan pembokoran lokal pada area yang mengalami kerusakan, kemudian diganti dengan massa beton baru dengan mutu beton > 20 MPa. Agar masa layan gedung dapat diperpanjang, maka struktur atap bangunan ini sebaiknya diganti dengan struktur yang lebih ringan, hal ini dimaksudkan agar beban yang dilimpahkan ke struktur di bawahnya akan lebih kecil.

5. Kesimpulan dan Rekomendasi

5.1 Kesimpulan

Berikut adalah beberapa kesimpulan yang dihasilkan invetigasi awal, investigasi lengkap dan interpretasi hasil pengujian, yaitu:

1. Gedung kantor PT. Jasa Raharja (persero) Perwakilan Lhokseumawe telah mengalami kerusakan pada elemen struktural dan non struktural dengan tingkat kerusakan yang bervariasi, yaitu kerusakan ringan, kerusakan sedang, sampai kerusakan berat;
2. Kerusakan elemen beton pada gedung disebabkan oleh mutu beton yang rendah, sehingga terjadinya penetrasi agen-agen perusak beton (air, karbon dioksida dan oksigen).
3. Lendutan balok pada As C dan As F sudah melawati ambang batas lendutan, hal ini disebabkan oleh ukuran penampang balok yang tidak sesuai dengan panjang bentangnya.

4. Kondisi bekas rawa tempat berdirinya gedung turut mempengaruhi laju kerusakan, terutama terhadap korosi tulangan beton.

5.2 Rekomendasi

Guna memperpanjang masa layanan pemakaian gedung kantor PT. Jasa Raharja (persero) Perwakilan Lhokseumawe, diajukan beberapa rekomendasi:

1. Bersifat segera, sebelum dilakukan renovasi: Menopang atau memberi sokongan pada balok As C dan balok As F dengan menggunakan perancah kayu atau perancah besi untuk menghindari runtuhnya balok-balok tersebut.
2. Menggantikan struktur atap yang semula dari konstruksi kayu menjadi konstruksi baja ringan, serta mengganti penutup atap dari genting beton menjadi genting metal, hal ini dimaksudkan untuk memperingan struktur sehingga beban yang diterima oleh kolom menjadi lebih kecil;
3. Membongkar balok-balok pada As C dan As F, bila memungkinkan pada bagian tersebut ditambah dinding pemisah ruangan, hal ini dimaksudkan untuk memperkuat dan menyatukan kedudukan dinding-dinding luar;
4. Menggantikan seluruh elemen beton yang berkriteria rusak berat dengan elemen beton baru;
5. Mengganti plasteran dinding pada bagian yang mengalami rembesan air dengan plesteran baru beradukan 1 : 2 dan melapisinya dengan material *water proofing*.
6. Agar pekerjaan renovasi memiliki rencana kerja dan syarat-syarat yang jelas, maka perlu dilakukan pekerjaan desain lanjutan, yaitu "*Detailed Engineering Design*" terhadap pekerjaan struktur, arsitektur dan mekanikal/elektrikal.

Daftar Kepustakaan

1. Anonim, 1996, *Guide to Concrete Repair*, United State Department of Interior Bureau of Reclamation, Technical Service Center
2. Anonim, 2008, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 24/Prt/M/2008 tentang *Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung*;
3. Bungey, J. H., dan Millard, S. G., 1996, *Testing of Concrete in Structure*, Blackie Academic & Professional, An Imprint Of Chapman & Hall, London
4. Isneini. M., 2009, *Kerusakan dan Perkuatan Struktur Beton Bertulang*, Jurnal Rekayasa Vol. 13 No. 3
5. Popovics, S., 1992, *Concrete Materials: Properties, Specifications and Testing*. 2nd edition, Noyes Publications, New Jersey.