

ISSN No. 2088-4818

# Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia

2011

**Editor**

Priana Sudjono  
I Wayan Arthana  
Nieke Karnaningroem



Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Lingkungan Indonesia

## INDUSTRI, PEMBANGUNAN, DAN LINGKUNGAN

PENGARUH KONSENTRASI BIODIESEL MINYAK JARAK PAGAR  
DALAM BAHAN BAKAR DIESEL  
TERHADAP EMISI HIDROKARBON DAN KARBON MONOKSIDA  
Alia Damayanti dan Hilda Fatnasari 257-265

KAJIAN PENGELOLAAN B3 & LIMBAH B3  
DALAM MENCIPTAKAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN  
YANG BERWAWASAN LINGKUNGAN  
Verawaty Simarmata 267-277

SISTEM MANAJEMEN LINGKUNGAN: PERENCANAAN,  
PENGUKURAN DAN EVALUASI  
KINERJA LINGKUNGAN INDUSTRI  
Ahmad Mubin 279-288

## GREEN INFRASTRUCTURE

STUDY PERBANDINGAN PERTUMBUHAN STEK  
*Tetrastigma glabratum* SECARA EX- SITU DAN IN-SITU  
Lianah, Henna Rya S., dan Munifatul Izzati 289-298

IMPLEMENTASI KEBIJAKAN  
PENGELOLAAN WILAYAH PESISIR TERPADU  
DI KABUPATEN LOMBOK BARAT  
Arum Padmarani Swarna Aurajati, Sutrisno Anggoro, dan Kismartini 299-307

EVALUASI KONDISI LINGKUNGAN DAN STRUKTUR  
PADA BANGUNAN PUBLIK  
(Studi Kasus Kinerja dua Gedung di Semarang)  
Antonius dan Hermin Poedjiastoeti 309-318

KONSUMSI DAN PELANGGAN AIR MINUM  
DI KOTA BESAR DAN METROPOLITAN  
Nurhasanah Sutjahjo, dan Fitriyani Aggraini 319-330

# EVALUASI KONDISI LINGKUNGAN DAN STRUKTUR PADA BANGUNAN PUBLIK (Studi Kasus Kinerja dua Gedung di Semarang)

## EVALUATION OF ENVIRONMENT AND STRUCTURE CONDITONS OF PUBLIC BUILDING (Case Study of the Performance for two Building in Semarang)

---

Antonius<sup>1)</sup> dan Hermin Poedjiastoeti<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan. Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung

<sup>2)</sup>Jurusan. Teknik Lingkungan, Universitas Islam Sultan Agung

Jalan Raya Kaligawe Km.4, Semarang

Email: <sup>1)</sup>antoni67a@yahoo.com; <sup>2)</sup>hp\_astuti@yahoo.com

**Abstrak:** Bangunan gedung sebagai tempat manusia dalam melakukan kegiatannya, mempunyai peran yang sangat strategis dalam pembentukan watak, perwujudan produktivitas, serta jatidiri. Fungsi lainnya adalah sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, keagamaan, usaha, sosial budaya maupun kegiatan khusus. Dewasa ini sering dijumpai penurunan laik fungsi bangunan gedung akibat kurangnya biaya perawatan, perubahan fungsi, pemeliharaan dan perawatan rutin Bangunan Gedung yang tidak kontinu. Penurunan kualitas dapat disebabkan oleh umur bangunan seperti terjadinya proses pelapukan maupun perubahan fungsi bangunan, sehingga akan timbul masalah berkurangnya tingkat keamanan struktur dan rasa kenyamanan yang pada akhirnya bisa berakibat pada resiko keselamatan pengguna bangunan. Berkaitan dengan hal tersebut sangat memungkinkan terjadi penurunan kualitas lingkungan di sekitar. Di lain pihak kemampuan Pemerintah Kabupaten/Kota dalam memberikan arahan terwujudnya bangunan gedung yang fungsional, produktif, dapat menjamin keselamatan masyarakat, keandalan bangunan dan kelestarian lingkungan, baik melalui mekanisme perizinan, maupun pengawasan masih sangat terbatas. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kondisi lingkungan dan struktur pada bangunan gedung. Obyek bangunan yang ditinjau adalah dua gedung pemerintah milik Pemerintah Kota Semarang. Evaluasi kelayakan struktur maupun lingkungan mengacu diantaranya pada Peraturan Menteri PU No.29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung. Secara umum hasil evaluasi menunjukkan bahwa terjadi penurunan kualitas baik dari segi struktur maupun pengelolaan lingkungan pada dua gedung yang ditinjau.

**Kata kunci:** struktur, lingkungan, kelayakan, dan keandalan.

**Abstract:** Building has strategic role in developing character, productivity and personality of people who live inside it. Another function of it is including following purposes; place for doing daily activity, housing, religious activity, business, social and culture activity and another specific purpose of living. Nowadays, it is often found the decreasing of buildings function caused by the lack of availability of budget, including for preservation, changing function, and routine care and maintenance. The decreasing of the building quality is caused by its age as the process of material obsolescent and the change of its function have been happening gradually time by time. This situation creates serious problems that endanger the people who live in it, such us the lack of the security level on its structure and the shortage its comfort. Based on the issues is very possible the decrease of quality of the environment on the building. On the other hand, there is limited capability of local government (Pemkot Semarang) to provide control and license mechanism that guarantee the quality of buildings with some characters such us functional, productive, secure, good design, reliable, strong structure and based on the concept of building environmental friendly. This research has aims to evaluate buildings structure and its environmental condition. The objects of the research are two government buildings owned by Pemkot Semarang. The evaluation to the building structure feasibility and environmental condition is based on ministerial regulation of Public Work no. 29/ PRT/ M/ 2006 about the Guidance of Technical Requirements of Building Construction (Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung). The results of the evaluation to the two objects show that there is a degradation of the buildings quality both in its structure and in its environmental monitoring system.

**Keywords:** structure, environment, feasibility, and reliability.

## **PENDAHULUAN**

Bangunan gedung yang fungsional dan sesuai dengan tata bangunan gedung yang serasi dan selaras dengan lingkungannya dapat terwujud apabila ada jaminan bahwa ada keandalan bangunan gedung dan segi keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan. Hal ini selaras dengan Undang Undang No.28 Tahun 2002 pasal 3 tentang Bangunan Gedung. Kondisi yang ada saat ini, kegagalan bangunan tidak saja dapat diakibatkan oleh bencana alam, namun bisa pula diakibatkan oleh penurunan kualitas, dalam hal ini struktur dan berhubungan langsung dengan masalah lingkungan. Penurunan kualitas dapat disebabkan oleh umur bangunan seperti terjadinya proses pelapukan maupun perubahan fungsi bangunan. Permasalahan yang timbul akibat penurunan kualitas tersebut dapat berakibat pada berkurangnya tingkat keamanan struktur dan rasa kenyamanan yang pada akhirnya bisa berakibat pada resiko keselamatan pengguna bangunan. Berkaitan dengan hal tersebut sangat memungkinkan juga terjadi penurunan kualitas lingkungan di sekitar. Paper ini menyajikan evaluasi kondisi lingkungan dan struktur bangunan, yang mengambil studi kasus pada 2 gedung pemerintahan di Semarang.

Menurunnya kualitas struktur bangunan pada umumnya dapat berimbas terhadap kondisi lingkungan di sekitarnya. Sebagai contoh jika pada saat pelaksanaan fisik terjadi kegagalan misalnya pada saat pengecoran struktur beton yang tidak sempurna sehingga saluran pembuangan menjadi terhambat, maka hal tersebut akan menimbulkan masalah lingkungan. Oleh karena itu terdapat hubungan yang erat antara kondisi struktur dengan kondisi lingkungan.

CEB Model Code 2010 memberi persyaratan kinerja struktur yang berkaitan dengan lingkungan yaitu bahwa struktur harus direncanakan ramah terhadap lingkungan dan cocok digunakan dalam periode/waktu yang berulang-ulang. Agar struktur sesuai dengan kondisi lingkungan maka terdapat beberapa kriteria yang terkait yaitu mengenai pemilihan material, desain struktur, metode pelaksanaan, kegunaan bangunan nantinya, prosedur pemeliharaan, kemudahan untuk diperbaiki, prosedur daur ulang yang mungkin timbul, prediksi emisi CO<sub>2</sub>, polusi udara, kontaminasi tanah serta kemungkinan terjadi getaran.

Agar persyaratan CEB tersebut di atas terpenuhi maka pada tahap awal desain struktur pada dasarnya harus memenuhi beberapa kriteria seperti kesesuaian dengan lingkungan sekitar, ekonomis, kuat dalam menahan beban yang direncanakan, memenuhi persyaratan kemampuan layanan dan mudah dalam hal perawatan (durabilitasnya tinggi). Dalam perjalanan waktu, struktur yang telah didesain kemudian dilaksanakan dan difungsikan sesuai dengan tujuannya secara alamiah akan mengalami kemunduran dalam segala hal, sehingga sangat penting dilakukan evaluasi kinerja bangunan yang telah berdiri tersebut. Imran (1996) mengungkapkan bahwa tujuan penilaian struktur eksisting adalah untuk menentukan salah satu dari kemampuannya untuk tetap berfungsi sebagaimana yang diharapkan berdasarkan desain awal, atau jika kemampuannya sudah berkurang, maka perlu ditentukan fungsi/beban yang cocok untuk kondisi struktur saat ini, sisa umur layanannya dan yang terakhir adalah kemampuannya untuk menerima beban yang lebih besar atau melayani fungsi yang lain.

Departemen Pekerjaan Umum melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung telah mengeluarkan pedoman penilaian bangunan yang telah berdiri, diantaranya tentang struktur, dimana melalui pedoman tersebut berbagai komponen struktur dinilai dengan standar tertentu sehingga diperoleh nilai keandalan bangunan. Pedoman tersebut selanjutnya akan digunakan untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan yang akan diuraikan dalam pembahasan paper ini.

Sarana dan bangunan umum dinyatakan memenuhi syarat kesehatan lingkungan apabila memenuhi kebutuhan fisiologis, psikologis dan dapat mencegah penularan penyakit

antar pengguna, penghuni dan masyarakat sekitarnya, selain itu harus memenuhi persyaratan dalam pencegahan terjadinya kecelakaan (UU No 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan). Indikator penilaian Sarana Sanitasi bangunan meliputi beberapa parameter yaitu sarana air bersih telah dituangkan dalam Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No.907/Menkes/SK/VII/2002, drainase gedung, sarana pembuangan air limbah dan sarana pembuangan sampah.

Lebih lanjut Poedjiastoeti (2008) menguraikan bahwa sistem pengolahan air limbah dapat dilakukan melalui proses pengolahan yang dilakukan sendiri-sendiri oleh masing-masing rumah terhadap limbah domestik yang dihasilkan. Sistem pengolahan selanjutnya adalah Pengolahan Individu pada Lingkungan Terbatas yang dilakukan secara terpadu dalam wilayah yang kecil, seperti hotel, rumah sakit, bandara dan fasilitas umum. Sistem pengolahan lainnya adalah Pengolahan Komunal yang dilakukan pada suatu kawasan pemukiman, industri, perdagangan, yang pada umumnya dibuang melalui jaringan riool kota untuk kemudian dialirkan ke suatu Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Sampah merupakan sisa hasil kegiatan manusia, yang keberadaannya banyak menimbulkan masalah apabila tidak dikelola dengan baik. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menjadi sumber pencemar pada tanah, badan air dan udara. Selain itu juga sudah harus dimulai penerapan prinsip-prinsip pengurangan volume sampah dengan menerapkan prinsip 4 R yaitu (Reduce, Reuse, Recycle dan Replace ).

Sistem pengelolaan sampah dapat dilakukan dengan berbagai jalur, misalnya timbunan sampah masuk ke pewadahan kemudian di bawa oleh kendaraan pengumpul langsung dibuang ke tempat pembuangan akhir, atau jalur lain, misalnya setelah melalui bagian pengumpulan kemudian dibawa ke bagian pemilahan dan pengolahan, setelah itu dibuang ke tempat pembuangan akhir [Poedjiastoeti, 2008].

Penelitian ini dilakukan karena masih ditemuinya penurunan laik fungsi bangunan akibat kurangnya biaya perawatan, perubahan fungsi, serta kelalaian pemeliharaan dan perawatan rutin Bangunan Gedung. Di lain pihak juga masih terbatasnya kapasitas Pemerintah Kabupaten/Kota dalam memberikan arahan terwujudnya bangunan gedung yang fungsional, berjiwa diri, produktif, dapat menjamin keselamatan masyarakat, keandalan bangunan dan kelestarian lingkungan, baik melalui mekanisme perizinan, maupun pengawasan. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi lingkungan dan struktur pada bangunan publik. Dalam hal ini obyek bangunan yang ditinjau adalah dua gedung pemerintahan milik Pemerintah Kota Semarang yaitu gedung Moh Ikhsan dan gedung Pandanaran.

## **METODOLOGI DAN OBYEK BANGUNAN**

Obyek bangunan publik yang dievaluasi adalah Gedung Moch. Ikhsan dan Gedung Pandanaran Semarang, keduanya milik Pemerintah Kota Semarang. Survei dan pengambilan data di lapangan terhadap kondisi bangunan dilakukan untuk mengumpulkan data perencanaan dan perancangan bangunan berupa *as built drawings*, data visual berupa foto dan data pengukuran berupa rekaman angka atau diagram. Kondisi komponen bangunan dievaluasi berdasarkan kriteria kondisi fisik dan kinerja bangunan aktualnya. Selama survey berlangsung juga dilakukan *snowball interview* antara tim peneliti dengan pihak pengelola. Selain bertujuan untuk menggali informasi tentang riwayat dan kondisi bangunan selama dioperasikan juga untuk menentukan secara tepat bagian dari bangunan yang harus diperiksa. Perhitungan nilai keandalan struktur bangunan mengacu pada pedoman yang dikeluarkan Departemen Pekerjaan Umum tahun 2006 (hasil evaluasi berupa tabel), dan evaluasi kondisi lingkungan berdasarkan sistim pengelolaan air bersih, air limbah dan sampah.

## HASIL EVALUASI DAN PEMBAHASAN

### Gedung Moh. Ikhsan

Gedung Moh. Ikhsan merupakan bangunan utama yang berada di dalam kompleks Balaikota Semarang dengan jumlah lantai 8. Ruang-ruang pada bangunan ini diorganisasikan secara grid sesuai dengan modul struktur yang digunakan. Akses utama diletakkan di bagian tengah dengan titik-titik sirkulasi vertikal di kedua ujung bangunan dan tengah. Berdasarkan analisis terhadap perancangan bangunan tersebut, kedua akses vertikal tersebut dimaksudkan sebagai tangga darurat. Sedangkan pada bagian tengah diletakkan lift dan tangga.

### Aspek struktur

Secara umum gedung Moh Ikhsan terbuat dari struktur beton bertulang dengan sistim rangka, dimana kesatuan bangunan dirangkai dengan balok-balok yang terhubung ke setiap kolom. Dinding geser hanya terdapat pada ruangan lift. Berdasarkan data gambar perencanaan, pondasi utama gedung Moh Ikhsan adalah pondasi *Foot Plat*. Mutu beton K225 biasanya digunakan sebagai acuan dalam desain struktur beton bertulang, terutama untuk struktur 2 (dua) lantai ke atas.

Kondisi material bangunan pada beberapa daerah tertentu sudah mengalami pelapukan yang disebabkan pengaruh cuaca, dimakan usia maupun akibat terjadinya beberapa kebocoran pada pipa-pipa saluran pembuangan yang langsung membasahi struktur. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap struktur eksisting, gedung Moh Ikhsan mempunyai nilai keandalan 95,5; yang berarti struktur masuk kategori ANDAL (tabel 1).

### Aspek air bersih

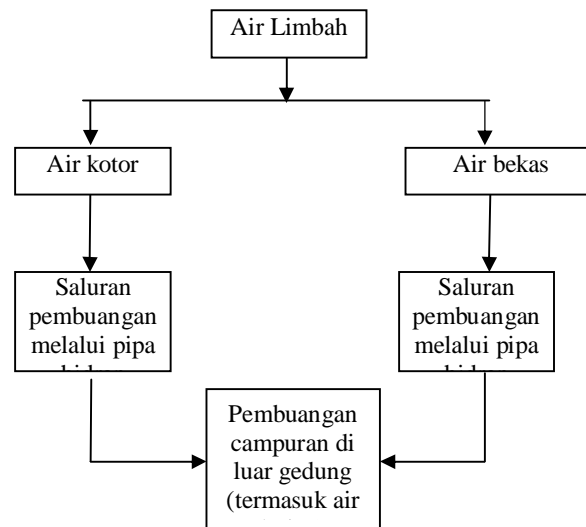
Gedung Moch Ikhsan menggunakan sumber air bersih yang berasal dari 1 (satu) buah sumur dalam (artesis) dan air minum menggunakan air dalam kemasan/gallon. Jika dilihat dari konstruksi bangunan sumur, tidak dimungkinkan air hujan masuk ke dalam bangunan. Bangunan sumur juga telah dilengkapi pipa penguras dan peluap dan bangunan dilengkapi dengan lubang pemeriksaan (*manhole*). Air sumur ini kemudian dipompa dan ditampung di bak penampung bawah kapasitas 120 m<sup>3</sup>, serta tandon atas kapasitas 90 m<sup>3</sup>. Pompa instalasi, pompa distribusi dan alat kontrol serta kran masih dalam kondisi baik. Bangunan tandon bawah (tangki penampung air) maupun tandon atas (tangki atap) memenuhi syarat dan tidak mudah terkena pencemaran. Air yang berasal dari tandon sumur untuk kemudian didistribusikan dengan sistem perpipaan ke masing-masing lantai dengan sistem gravitasi. Kebutuhan air ini digunakan untuk kegiatan institusional seperti untuk keperluan kamar mandi/WC, mencuci/membersihkan ruang dan peralatan kantor dan penyiraman taman.

**Tabel 1.** Nilai keandalan gedung Moh. Ikhsan.

Komp.	Sub Komp.	Nilai Maks Keandalan (%)	Nilai keandalan Komponen struktur	Faktor Reduksi						Nilai Keandalan Total (%)		
				Kondisi Andal	N.K (%)	Kurang Andal	N.K (%)	Tidak Andal	N.K (%)			
				95 - 100	85 - <95	< 85						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
Struktur Bawah	Pondasi, Kepala Pondasi, Balok Pondasi	25	95,00	Kuat, Kaku, Stabil	95,00	Kuat, Kurang Kaku, Stabil		Tidak stabil, retak, tidak kuat, pecah			23,7	
	Sub Total										23,7	
Struktur Atas	Join Kolom - Balok	15	94,26	Kuat, Kaku, Daktail		Kuat, tetapi telah retak rambut	94,26	Tidak kaku, retak sudah tampak			14,14	
	Kolom	20	100,00	Kuat, Kaku, Daktail	100,0	Kuat, retak lentur		Retak lentur/g eser			20,00	
	Balok	15	94,26	Kuat, Kaku, Daktail		Kuat, retak lentur	94,26	Retak lentur/g eser			14,14	
	Slab Lantai	4,5	94,26	Kuat, Awet, Aman		Retak rambut	94,26	Retak 1-3 mm			4,24	
	Slab Atap	0,5	100,00	Kuat, Awet, Aman	100,0	Retak rambut		Retak, bocor			0,50	
	Rangka Atap, Ikatan Angin, Gording	5	96,00	Kuat, Kaku, Aman	96,00	Lendut > L/300		Retak, bocor			4,80	
	Sub Total											57,8
Struktur Pelengkap	Penggantungan Langit-langit	1	94,11	Kuat, Rata/Datar		Kuat, kurang rata	94,11	Kurang rata, ada lendutan			0,94	
	Dinding Pasangan Bata/Batako	2	94,11	Kuat, tanpa retak		Batang jangkar lemah, retak rambut	94,11	Tanpa jangkar ikat dinding retak/belah			1,88	
	Balok Anak, Leufel, Canopy	6	95,00	Kuat, kaku, daktail	95,00	Kuat, retak lentur		Retak lentur/g eser			5,70	
	Tangga beton/baja/kayu	6	90,80	Kuat, kaku		Retak rambut, kuat, lendut	90,80	Rusak, tidak kaku, melendut			5,45	
	Sub Total											13,9
<b>TOTAL NILAI KEANDALAN BANGUNAN</b>											<b>95,5</b>	

### Aspek air limbah

Air limbah atau air buangan yang dihasilkan dari kegiatan gedung Moch. Ikhsan Semarang terdiri dari 1). air kotor, yaitu buangan yang berasal dari kloset, peturasan dan air buangan yang mengandung kotoran manusia yang berasal dari alat plumbing lainnya; 2). air bekas, seperti dari bak mandi, bak cuci tangan (wastafel). Pengelolaan seluruh air buangan/air limbah dari kegiatan dengan cara dimasukkan ke dalam saluran pembuangan air limbah terpisah dengan sistem pembuangan air hujan (gambar 1). Kondisi saluran limbah cair ke dalam air, ada yang tertutup, ada pula yang terbuka dan limbah cair dapat mengalir dengan lancar. Sistem pembuangan di luar gedung merupakan sistem pembuangan campuran air limbah dan air hujan.



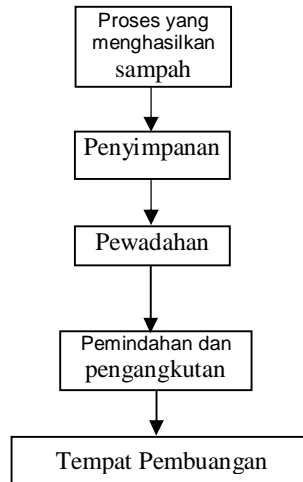
**Gambar 1.** Skema pembuangan air limbah gedung Moh. Ikhsan.

Di belakang gedung masih dijumpai penempatan pipa hidran, pipa air bersih yang memungkinkan terjadinya *cross connection* (hubungan pintas) pada jaringan dengan air limbah. Ketersediaan peralatan plumbing seperti jamban, urinal, lavatory (bak cuci tangan) cukup tersedia untuk digunakan sejumlah karyawan maupun kunjungan masyarakat umum yang berhubungan dengan pelayanan publik. Pembersihan peralatan toilet diserahkan pada jasa *cleaning service*, tetapi di beberapa tempat kondisinya kurang terawat.

### Aspek pengelolaan sampah

Pengumpulan sampah di dalam gedung Moh. Ikhsan menggunakan kotak kayu yang dilapisi seng, akan tetapi kotak sampah dari kayu, ada yang dialih fungsikan untuk meletakkan pot bunga. Bin plastik yang diletakkan di luar gedung bagian belakang (sebagai tempat penampungan sementara/TPS) sudah diupayakan adanya pemilahan jenis sampah, meskipun masih banyak juga sampah yang dikumpulkan tidak sesuai antara jenis sampah dan bin yang tersedia, bahkan tidak sedikit pula yang masih berceceran, meskipun pengambilan sampah dilakukan rutin tiap hari. Hal ini tentu saja dapat mengganggu estetika, apalagi TPS yang ada terbuka tanpa pembatas dan berdekatan dengan areal parkir. Secara skematis sistem pengelolaan sampah gedung Moh. Ikhsan terlihat pada gambar 2.





**Gambar 2.** Skema pembuangan sampah gedung Moh. Ikhsan.

## **Gedung Pandanaran**

### **Aspek struktur**

Kondisi struktur secara umum pada Gedung Pandanaran adalah struktur beton bertulang dengan sistim rangka, dimana kesatuan bangunan dirangkai dengan balok-balok yang terhubung ke setiap kolom. Struktur kuda-kuda menggunakan rangka baja. Berdasarkan data gambar perencanaan, pondasi utama Gedung Pandanaran adalah pondasi Tiang Pancang. Hasil perhitungan nilai keandalan struktur Gedung Pandanaran diperoleh nilai 94,89; yang berarti struktur masuk kategori KURANG ANDAL (tabel 2). Kategori kurang andal tersebut selain dinilai dari sistim struktur juga berdasarkan pengamatan secara visual, dimana banyak dijumpai bagian struktur tertentu telah mengalami retak serta pelapukan. Pelapukan, terutama pada material beton, disebabkan oleh terjadinya kebocoran pipa-pipa saluran pembuangan yang langsung membasahi struktur sehingga rembesan air terlihat jelas. Kondisi ini bisa berakibat pada berkurangnya tingkat kekuatan material. Khusus pada struktur lantai dasar diindikasikan terjadi penurunan bangunan, dimana hal ini terlihat dari sisi luar bangunan yang mengalami retak cukup lebar.

### **Aspek air bersih**

Gedung Pandanaran menggunakan sumber air bersih yang berasal dari 1 (satu) buah sumur dalam (artesis) dengan kedalaman  $\pm 30$  m dan air minum menggunakan air dalam kemasan/gallon. Kapasitas sumur tiap musim fluktuatif, karena pada musim kemarau debit air sumur sering mengalami penurunan. Jika dilihat dari konstruksi bangunan sumur, masih dimungkinkan air hujan masuk ke dalam. Bagian terbuka seperti peluap, pipa hawa tidak terlindung dari gangguan binatang, sehingga hal ini memungkinkan terkena pencemaran. Air sumur ini kemudian dipompa dan ditampung di bak penampung bawah kapasitas  $30 \text{ m}^3$ , serta tandon atas kapasitas  $15 \text{ m}^3$ . Bangunan tandon bawah maupun tandon atas memenuhi syarat dan tidak mudah terkena pencemaran.

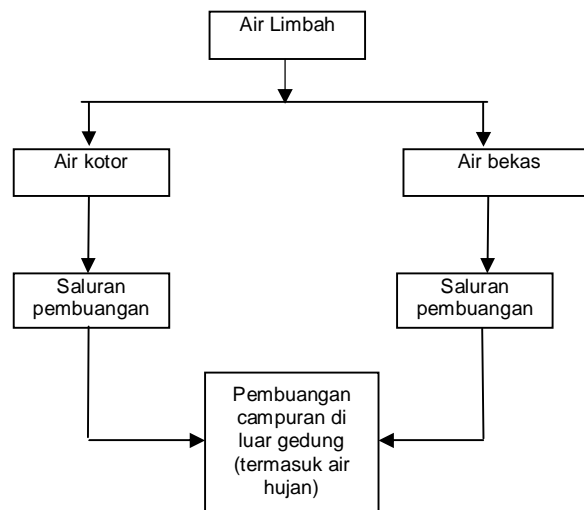
**Tabel 2.** Perhitungan keandalan struktur gedung Pandanaran.

Komp.	Sub Komp.	Nilai Maks Keandalan (%)	Nilai keandalan komponen struktur	Faktor Reduksi						Nilai Keandalan Total (%)		
				Kondisi Andal	N.K (%)	Kurang g Andal	N.K (%)	Tidak Andal	N.K (%)			
				95 - 100	85 - <95	< 85						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
Struktur Bawah	Pondasi, Kepala Pondasi, Balok Pondasi	25	95,00	Kuat, Kaku, Stabil	95,00	Kuat, Kurang Kaku, Stabil		Tidak stabil, retak, tidak kuat, pecah			23,75	
	Sub Total										23,75	
Struktur Atas	Join Kolom - Balok	15	97,89	Kuat, Kaku, Daktil	97,89	Kuat, tetapi telah retak rambut		Tidak kaku, retak sudah tampak			14,68	
	Kolom	20	97,64	Kuat, Kaku, Daktil	97,64	Kuat, retak lentur		Retak lentur/g eser			19,53	
	Balok	15	95,68	Kuat, Kaku, Daktil	95,68	Kuat, retak lentur		Retak lentur/g eser			14,35	
	Slab Lantai	4,5	90,88	Kuat, Awet, Aman		Retak rambut	90,88	Retak 1-3 mm			4,09	
	Slab Atap	0,5	93,11	Kuat, Awet, Aman		Retak rambut	93,11	Retak, bocor			0,47	
	Rangka Atap, Ikatan Angin, Gording	5	100,00	Kuat, Kaku, Aman	100,0	Lendut > L/300		Retak, bocor			5,00	
	Sub Total										58,12	
Struktur Pelengkap	Pengantun Langit-langit	1	84,08	Kuat, Rata/Datar		Kuat, kurang rata		Kurang rata, ada lendutan	84,08	0,84		
	Dinding Pasangan Bata/Batako	2	88,48	Kuat, tanpa retak		Batang jangkar lemah, retak rambut	88,48	Tanpa jangkar ikat dinding retak/belah			1,77	
	Balok Anak, Leufel, Canopy	6	85,00	Kuat, kaku, daktail		Kuat, retak lentur	85,00	Retak lentur/g eser			5,10	
	Tangga beton/baja/kayu	6	88,48	Kuat, kaku		Retak rambut, kuat, lendut	88,48	Rusak, tidak kaku, melendut			5,31	
	Sub Total										13,02	
<b>TOTAL NILAI KEANDALAN BANGUNAN</b>											<b>94,89</b>	

### Aspek air limbah

Air limbah atau air buangan yang dihasilkan dari kegiatan gedung Pandanaran Semarang terdiri dari 1). air kotor, yaitu buangan yang berasal dari kloset, peturasan dan air buangan yang mengandung kotoran manusia yang berasal dari alat plumbing lainnya; 2). air bekas, seperti dari bak mandi, bak cuci tangan (wastafel); 3). air hujan. Pengelolaan seluruh air buangan/ air limbah dari kegiatan dengan cara dimasukkan ke dalam saluran pembuangan air limbah terpisah dengan sistem pembuangan air hujan. Kondisi saluran limbah cair ke tempat air, ada yang tertutup, ada pula yang terbuka dan limbah cair dapat mengalir dengan lancar. Skema pembuangan air limbah gedung Pandanaran terlihat pada gambar 3.

Ketersediaan peralatan plumbing seperti WC, urinal, lavatory, cukup tersedia untuk digunakan sejumlah karyawan maupun masyarakat umum yang berkunjung ke perpustakaan ataupun yang berhubungan dengan pelayanan publik. Di tiap lantai masing-masing tersedia 2 unit dan dibedakan untuk pria dan wanita.



**Gambar 3.** Skema pembuangan air limbah gedung Pandanaran.

### Aspek pengelolaan sampah

Kegiatan perkantoran di Gedung Pandanaran, seperti gedung perkantoran lain, banyak menghasilkan limbah padat (sampah) berupa kertas, plastik dan kardus. Pengelolaan sampah dilakukan dengan pengumpulan sampah menggunakan bin plastic dan kotak kayu yang dilapisi seng. Akan tetapi kotak sampah dari kayu ada yang dialih fungsikan untuk meletakkan pot bunga, sedangkan bin plastic yang diletakkan di luar gedung, dimana sudah diupayakan adanya pemilahan jenis sampah, tetapi kenyataannya saat ini pemilahan sudah tidak dilakukan lagi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan sistem pengelolaan air bersih kedua gedung yang ditinjau pada umumnya sama yaitu menggunakan sumbu dalam artesis, namun terdapat perbedaan pembuangan limbah akhir dari kedua gedung yang ditinjau, dimana pada gedung Moh. Ikhsan pembuangan akhirnya menggunakan pipa hidran, pipa air bersih tersendiri yang ditempatkan di belakang gedung, namun pada gedung Pandanaran sistem pembuangannya langsung ke saluran pembuangan air limbah. Sistem pengelolaan sampah kedua gedung pemerintah yang ditinjau pada umumnya sama dengan menggunakan tempat pembuangan sementara yang pengambilannya dilakukan secara rutin setiap hari. Dalam hal kondisi struktur, gedung Moh.

Ikhsan masih dalam kategori Andal, meskipun pada beberapa daerah mengalami pelapukan yang disebabkan terjadinya kebocoran pipa-pipa saluran pembuangan. Kebocoran tersebut pada umumnya terjadi pada tempat yang kamar mandi atau toilet. Namun demikian kebocoran saluran pembuangan dan pelapukan pada material bangunan relatif sangat sedikit dibandingkan dengan luas bangunan yang ditinjau. Kondisi struktur gedung Pandanaran masuk kategori Kurang Andal, dimana salah indikatornya terlihat dari penurunan bangunan yang tidak sama yang ditunjukkan oleh retak-retak yang cukup lebar. Hal ini menjadi petunjuk bahwa telah terjadi penurunan bangunan yang tidak sama di semua sisinya. Pelapukan material bangunan akibat terjadinya kebocoran pipa saluran pembuangan di dalam gedung secara kuantitas lebih banyak dibandingkan dengan kondisi gedung Moh. Ikhsan.

## **Saran**

Evaluasi kondisi struktur dan lingkungan yang dibahas dalam paper ini masih terbatas pada bangunan publik, oleh karena itu evaluasi lanjutan terhadap bangunan lainnya dan jenis peruntukan bangunan perlu dilakukan lebih lanjut untuk mengetahui sampai seberapa jauh kelayakan struktur dan kondisi lingkungan yang terjadi.

## **Ucapan terima kasih**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Aref Widhianto, ST dan Aini, ST yang telah membantu dalam pengambilan dan pengolahan data hasil pengujian.

## **Daftar Pustaka**

- Antonius; Poedjiastoeti, H. dan Hadin, M. "Studi Kelayakan Struktur, Lingkungan dan Mekanikal Elektrikal Bangunan Publik di Semarang." Laporan Penelitian, Fakultas Teknik Unissula, Desember, (2009)
- CEB-FIP Model Code 2010, First Draft Complete, 1 (2010): 43-47.
- Departemen Pekerjaan Umum. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002, 2002.
- Ditjen Cipta Karya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung, 2006.
- Imran, Iswandi. "Penilaian Kondisi Struktur Eksisting; PPAU Ilmu Rekayasa ITB." (1996)
- Poedjiastoeti, Hermin. "Studi Kondisi Sanitasi Lingkungan dan Pengelolaannya pada Bangunan Rumah Sakit." Jurnal Pondasi Fak. Teknik Unissula 14 (1) Mei, Akreditasi Dikti N0.26/Dikti/Kep/2005, (2008):83-98.