

# ANALISIS HUBUNGAN SISTEM BANGUNAN DENGAN KINERJA TOTAL DAN INTEGRASI BANGUNAN PADA BERBAGAI GEDUNG BERTINGKAT DI SURABAYA

Herry P. Chandra

Dosen Fakultas Teknik & Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra

Yopi Hendarto, Andry Adrean

Alumni Fakultas Teknik & Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra

## ABSTRAK

Faktor-faktor dalam desain sistem bangunan mempunyai sasaran dalam mencapai kinerja maksimum bila memiliki hubungan yang sesuai dengan kinerja total dan integrasi bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauhmana faktor-faktor dalam sistem bangunan: *structural, envelope, mechanical* dan *interior* berpengaruh terhadap kinerja dan integrasi bangunan: *spatial, thermal, indoor air quality, acoustical* dan *visual performance* serta *building integrity*. Dari hasil analisis data, didapat: *Structural system* memiliki pengaruh yang dominan terhadap *spatial performance, indoor air quality* dan *building integrity* (mean 4,75), *envelope system* memiliki pengaruh yang dominan terhadap *thermal performance* (mean 4,75), *mechanical system* memiliki pengaruh yang dominan terhadap *visual performance* (mean 5,00), *interior system* memiliki pengaruh yang dominan terhadap *spatial performance* (mean 4,75). Disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh desain sistem terhadap kinerja total dan integrasi bangunan.

Kata kunci: sistem bangunan, kinerja total dan integrasi bangunan.

## ABSTRACT

*Factors in building system design have target in achieving maximum performance when they have proper correlation with total performance and building integrity. The purpose of this research is to find out the influence of building system: structural, envelope, mechanical and interior, to the performance and building integrity: spatial, thermal, indoor air quality, acoustical, and performance visual and building integrity. The analysis shows that: Structural system has dominant influence to the spatial performance, indoor air quality and building integrity (mean 4,75), envelope system has dominant influence to the thermal performance (mean 4,75), mechanical system has dominant influence to the visual performance (mean 5,00), interior system has dominant influence to the spatial performance (mean 4,75). In conclusion, there are differences in which building systems affect the total performance and building integrity.*

*Keywords: building systems, total performances and building integrity.*

## PENDAHULUAN

Pembangunan gedung-gedung bertingkat di Surabaya semakin hari semakin banyak, hal ini terjadi karena semakin banyaknya kebutuhan masyarakat Surabaya akan suatu gedung yang memiliki fasilitas yang lengkap. Gedung bukan hanya sebagai tempat untuk berteduh, tetapi memiliki fungsi sesuai dengan yang diinginkan. Fungsi suatu gedung ditentukan oleh jenis aktivitas yang dilakukan didalam gedung ter-

sebut [1]. Suatu gedung memiliki empat sistem utama yang merupakan elemen-elemen pembentuk dari gedung tersebut. Empat sistem tersebut adalah *structural, envelope, mechanical* dan *interior* [2]. Bila salah satu elemen sistem yang ada pada suatu gedung bekerja tidak sesuai dengan fungsinya maka akan dapat berpengaruh terhadap seluruh kesatuan gedung/bangunan. Sebaliknya bila dapat mengintegrasikan semua sistem yang ada menjadi satu kesatuan yang utuh maka akan dapat mereduksi biaya pembangunan [2]. Agar dapat meningkatkan kinerja dan integrasi bangunan maka diperlukan suatu acuan untuk dapat memberikan nilai terhadap suatu gedung, pada

**Catatan:** Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2001. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Dimensi Teknik Sipil Volume 3, Nomor 2 September 2001.

penelitian ini digunakan enam sudut pandang sebagai bahan acuan yaitu : *spatial, thermal, indoor air quality, acoustical* dan *visual performance* serta *building integrity* [2]. Bila suatu gedung tidak memiliki kinerja yang tinggi dan integrasi yang baik antar sistemnya maka gedung itu tidak akan memiliki *performance* yang baik. Oleh sebab itu maka diperlukan suatu pengetahuan tentang seberapa jauh hubungan sistem bangunan dengan kinerja total dan integrasi bangunan.

## SISTEM BANGUNAN

Empat sistem utama yang dapat dijadikan acuan dalam menilai efisiensi suatu gedung [6] adalah: *structural system, envelope system, mechanical system and interior system.*

### **Structural System**

*Structural system* adalah sistem yang terdapat pada suatu bangunan yang menciptakan suatu keseimbangan agar bangunan dapat berdiri. Yang termasuk dalam *structural system* antara lain kerangka bangunan, portal, dinding penahan gempa, dan lain sebagainya atau secara umum adalah segala sesuatu yang terdapat pada suatu bangunan yang berfungsi sebagai penahan beban lain maupun beban struktur itu sendiri dan bersifat sebagai kerangka utama, dimana bila salah satu komponen kerangka tersebut dihilangkan maka akan terjadi keruntuhan [3].

### **Envelope System**

Secara garis besar maksud dari *envelope system* adalah segala sesuatu yang dapat dilihat dari bagian luar (eksterior) suatu gedung. Fungsi dari *envelope* adalah untuk melindungi gedung terhadap penetrasi atau gangguan yang disebabkan oleh iklim dan penurunan segi fisik gedung yang disebabkan oleh alam maupun manusia [4].

### **Mechanical System**

*Mechanical system* adalah salah satu sistem bangunan yang berfungsi menyediakan layanan kepada gedung dan juga penghuninya. Sebagai contoh adalah pengendali perpindahan panas, suplai listrik, suplai air, dan pembuangan kotoran serta beberapa hal lain yang dapat dijadikan sebagai tambahan seperti pemadam kebakaran, pengendali keamanan, tata suara dalam ruangan dan sebagainya.

### **Interior System**

*Interior system* adalah segala sesuatu yang dapat terlihat dari dalam gedung. Contoh *interior system* adalah penggunaan karpet, penggunaan *wall paper*, selain itu terdapat beberapa hal lain yang dapat dikategorikan sebagai *interior system* seperti *ducting AC* yang sengaja tidak ditutupi oleh plafon sehingga dapat terlihat dari dalam ruangan, plat lantai atas yang tidak ditutupi plafon, dan sebagainya sedangkan bentuk yang paling mendasar dari *interior system* sebenarnya adalah sebuah ruangan yang dapat memberikan layanan bagi penghuni untuk melakukan aktivitas.

## KINERJA TOTAL DAN INTEGRASI BANGUNAN

Penilaian terhadap suatu gedung tidak dapat didasari oleh aspek-aspek yang terdapat pada keempat sistem bangunan saja, karena keempat sistem tersebut hanya berfungsi sebagai acuan, tetapi harus ada faktor-faktor lain sebagai penilai keempat sistem bangunan tersebut. Faktor-faktor penilai tersebut disebut kinerja total dan integrasi bangunan [2]. Faktor-faktor penilai tersebut adalah: *spatial performance, thermal performance, indoor air quality performance, acoustical performance, visual performance and building integrity.*

### **Spatial Performance**

*Spatial performance* adalah kinerja dari bangunan yang berhubungan dengan kenyamanan penghuni dalam menggunakan ruangan yang tersedia untuk melakukan segala aktivitasnya tanpa mengalami hambatan-hambatan [2,5]. *Spatial performance* dipengaruhi oleh beberapa faktor penentu yaitu:

- Disain tiap ruangan dan perabotnya.
- Kesatuan dari tiap ruangan.
- Penyediaan kenyamanan dan servis.
- Disain untuk kenyamanan.

### **Thermal Performance**

*Thermal performance* adalah kinerja dari bangunan yang berhubungan dengan kenyamanan suhu dalam ruangan dimana penghuni dapat merasakan suhu yang sesuai dengan kemampuan tubuh untuk beradaptasi [2,6].

*Thermal performance* dipengaruhi oleh beberapa faktor penentu yaitu :

- Temperatur udara dan pencahayaan.
- Warna kaca dan dinding.
- Pergerakan udara pada permukaan dinding.

- Porositas material.
- Keberadaan material seperti kaca.

**Indoor Air Quality performance**

*Indoor air quality performance* adalah kualitas udara yang terdapat dalam ruangan dimana tersedia cukup oksigen sehingga terdapat kandungan udara segar yang bisa menciptakan kenyamanan bagi penghuninya dalam bernafas. *Indoor air quality* dipengaruhi oleh beberapa faktor penentu yaitu :

- Pergerakan udara segar.
- Polusi akibat timbulnya energi dan masa.
- Keberadaan ventilasi udara.

**Acoustical Performance.**

*Acoustical performance* adalah kinerja bangunan untuk menciptakan suasana yang bebas dari kebisingan sehingga penghuni dapat melakukan percakapan atau mendengarkan sesuatu dengan jelas tanpa ada distorsi.

*Acoustical performance* dipengaruhi oleh beberapa faktor penentu yaitu :

- Jarak sumber suara.
- Tipe plafon dan partisi penghalang.
- Orientasi bangunan, letak bangunan.
- Dimensi ruang.

**Visual Performance.**

*Visual performance* adalah kinerja bangunan untuk menciptakan keadaan dimana tersedia cukup cahaya agar penghuni dapat melihat obyek-obyek di dalam ruangan dengan nyaman dan tanpa harus menggunakan alat bantu.

*Visual performance* dipengaruhi oleh beberapa faktor penentu yaitu :

- *Ambient & task lighting levels illuminance.*
- *Contrast & brightness ratio.*
- *Color rendition*
- Bentuk dan proporsi suatu ruangan.

**Building Integrity.**

*Building integrity* adalah kemampuan bangunan untuk menyokong material, komponen, dan bagian-bagian struktur yang menopang bangunan agar dapat bertahan dari serangan alam dan buatan manusia baik dari dalam maupun luar selama bangunan tersebut masih layak digunakan.

*Building integrity* dipengaruhi oleh beberapa faktor penentu yaitu :

- Mempertahankan gedung dalam aspek *structural properties.*
- Mempertahankan gedung dalam aspek

*physical properties*

- Mempertahankan gedung dalam aspek *visible properties*

Melindungi bangunan terhadap beban, kelembaban, suhu udara, pergerakan udara, radiasi, serangan biologis dan kimia, api, bencana alam dan buatan manusia.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dibatasi hanya pada bangunan bertingkat empat atau lebih di Surabaya. Hasil penelitian yang berupa jawaban kuesioner dari para responden dimaksudkan agar pada akhirnya dapat diperoleh hubungan antara sistem bangunan dengan kinerja total dan integrasi bangunan.

Daftar obyek yang berhasil diteliti ditunjukkan dalam Tabel 1, dimana responden adalah para manajer gedung atau kepala bagian *master plan.*

**Tabel 1. Daftar Responden yang Berhasil Diwawancarai**

Obyek Yang Diteliti	Keterangan
Untag Surabaya	Graha Wiyata
Universitas Kristen Petra	Gedung P
Universitas Widya Mandala	Gedung kelas kuliah
Universitas Surabaya	Gedung perpustakaan
Kondominium Puncak Marina	Apartemen
Apartemen Paragon	Apartemen
Kondominium Graha Famili	Apartemen
Apartemen Taman Beverly	Apartemen
Graha Pangeran	Perkantoran
Graha Pacific Surabaya	Perkantoran
Graha Pena	Perkantoran
Wisma Dharmala Surabaya	Perkantoran

Dalam melakukan pengolahan data (analisis *mean*) digunakan program *Microsoft Excel.* Langkah-langkah analisis *mean* [7] adalah sebagai berikut:

- Membagi jawaban menjadi 3 golongan, berdasarkan jenis gedung yaitu : gedung perkantoran, gedung apartemen dan gedung perkuliahan.
- Mengkode variabel-variabel dalam kuesioner dengan abjad dan angka pada program *Microsoft Excel.*
- Memasukkan jawaban kuesioner dari responden sesuai dengan variabel-variabel yang telah dikodekan.

Data diolah dengan analisa mean dengan menggunakan program *Microsoft Excel.* Dari hasil analisa dapat diketahui mean masing-masing butir pertanyaan.

## HASIL ANALISA DATA

Hasil analisis data dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan 4, adapun hubungan sistem bangunan terhadap *spatial*, *thermal*, *indoor air quality*, *acoustical*, dan *performance visual* dan *building integrity* dapat dilihat dalam Gambar 1 sampai 6. Angka-angka dalam Tabel 2, 3 dan Gambar 1 sampai 6 hasil analisis data memakai skala tingkat pengaruh dengan urutan sbb.:

- 1 = sangat tidak berpengaruh
- 2 = tidak berpengaruh
- 3 = afak berpengaruh
- 4 = berpengaruh
- 5 = sangat berpengaruh

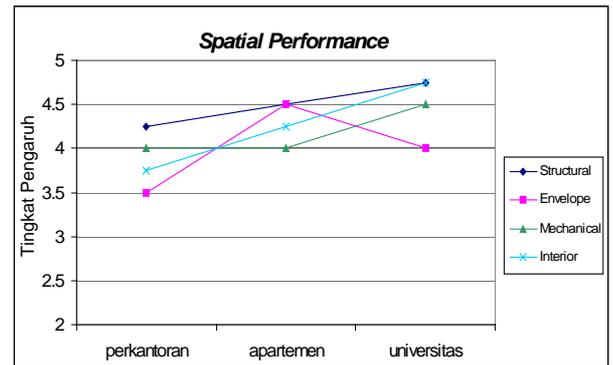
Sedangkan angka-angka dalam Tabel 4 memakai skala tingkat kecenderungan dengan urutan sbb.:

- 1 = sangat tidak setuju
- 2 = tidak setuju
- 3 = agak setuju
- 4 = setuju
- 5 = sangat setuju

Tabel 2 merupakan mean faktor penentu kinerja total dan integrasi bangunan. Angka-angka dalam tabel merupakan mean rata-rata dari hasil penelitian pada obyek bangunan perkantoran, apartemen, dan universitas dengan skala tingkat pengaruh seperti tersebut di atas.

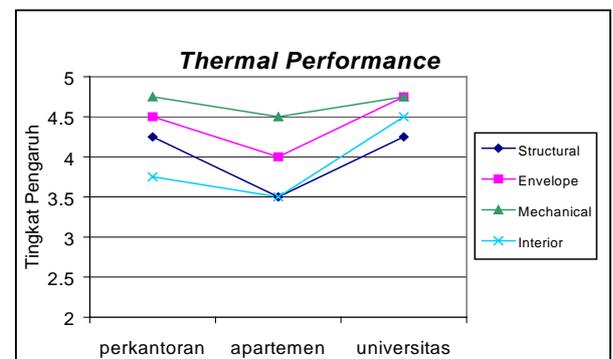
Tabel 3 merupakan faktor-faktor sistem bangunan dengan mean tertinggi yang berpengaruh terhadap kinerja total dan integrasi bangunan. Tabel ini di dapat dengan membuat matrik yang menyatakan skala tingkat pengaruh antara sistem bangunan (*structural*, *envelope*, *mechanical*, dan *interior*) dengan kinerja total dan integrasi bangunan (*spatial*, *thermal*, *indoor air quality*, *acoustical*, dan *performance visual* dan *building integrity*, serta *building integrasi*). Untuk lebih memudahkan melihat skala tingkat pengaruh yang dominan, hasil analisis pada Tabel 3 ini dapat pula dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 6.

Tabel 4 merupakan upaya peningkatan kinerja total dan integrasi bangunan. Untuk setiap jenis gedung yang diteliti (perkantoran, apartemen, dan universitas) dapat dilihat skala tingkat kesetujuan dari setiap upaya yang dilakukan untuk mendapatkan kinerja total dan integrasi bangunan yang baik.



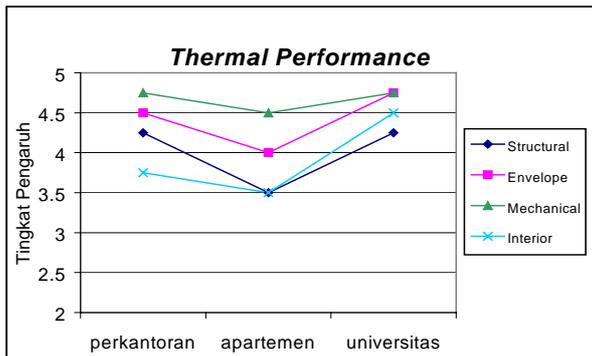
Gambar 1. Hubungan Sistem Bangunan Terhadap *Spatial Performance*

Dari Gambar 1 diketahui bahwa pada universitas, *structural system* dan *interior system* merupakan sistem yang paling berpengaruh karena tingkat okupansi gedung yang tinggi. Sehingga secara struktural gedung harus mampu menahan beban hidup gedung dan di lain pihak ruang yang terpakai diupayakan semaksimal mungkin sehingga ukuran komponen struktur gedung harus seefisien mungkin. Sedangkan *interior system* juga merupakan hal yang paling diperhatikan karena akan mempengaruhi pemakaian luas ruang yang akan digunakan oleh penghuni, dalam hal ini mahasiswa.



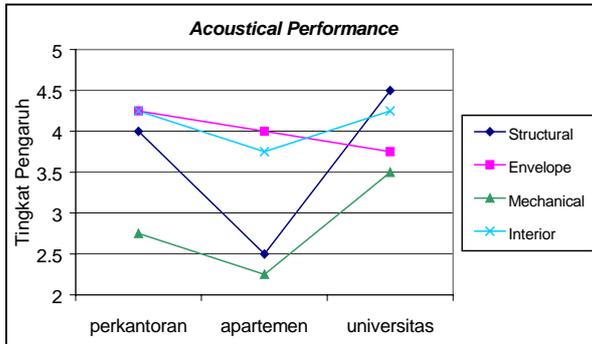
Gambar 2. Hubungan Sistem Bangunan Terhadap *Thermal Performance*

Dari Gambar 2, *mechanical system* merupakan sistem yang paling diperhatikan pada ketiga jenis gedung. Hal ini disebabkan karena sistem tersebut memberikan kontribusi paling besar terhadap kenyamanan suhu dalam ruang. Contoh paling nyata terdapat pada penggunaan *air conditioner* pada beberapa gedung bertingkat terutama pada gedung-gedung yang bersifat komersial. Selain itu *envelope system* juga ikut diperhatikan karena ikut berfungsi dalam menahan panas sinar matahari.



Gambar 3. Hubungan Sistem Bangunan Terhadap Indoor Air Quality

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa pada universitas, sistem yang paling berpengaruh adalah *mechanical system* dan *envelope system*. Hal ini disebabkan karena tingkat okupansi yang tinggi membutuhkan udara segar dalam ruangan yang cukup sehingga perlu diperhatikan *mechanical system* dalam gedung. Untuk menekan biaya operasional dibantu dengan pengaturan *envelope system*, contohnya penggunaan jendela eksterior dengan dimensi yang cukup agar udara dalam ruangan dapat bersirkulasi dengan udara segar (dalam hal ini adalah udara yang didapat dari luar ruangan).

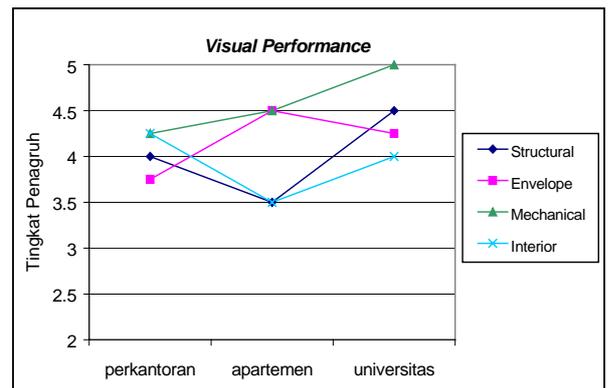


Gambar 4. Hubungan Sistem Bangunan Terhadap Acoustical Performance

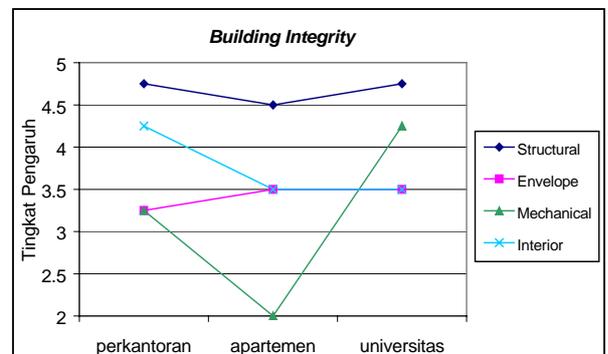
Dari Gambar 4 secara garis besar dapat dilihat bahwa *interior system* dan *envelope system* merupakan faktor yang paling berpengaruh karena kedua faktor tersebut berfungsi sebagai pembatas ruangan sehingga secara langsung mengurangi intensitas gelombang suara yang berasal dari ruangan lain.

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa sistem yang paling berpengaruh adalah *mechanical system*, dalam hal ini adalah lampu, karena penggunaan lampu sebagai alat bantu dapat menyediakan cahaya yang cukup dalam ruangan sehingga penghuni dapat melihat

dengan jelas. Untuk dapat melihat obyek dengan jelas, besarnya pancaran cahaya lampu bukan satu-satunya faktor yang diperhatikan. Jenis lampu juga berpengaruh karena dengan penggunaan jenis lampu tertentu dapat menyebabkan terjadinya perubahan nuansa warna pada obyek. Faktor lain yang juga ikut berpengaruh adalah *envelope system* karena terangnya suatu ruangan tidak hanya dipengaruhi oleh sinar dari lampu tetapi juga dipengaruhi oleh sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan.



Gambar 5. Hubungan Sistem Bangunan Terhadap Visual Performance



Gambar 6. Hubungan Sistem Bangunan Terhadap Building Integrity

Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa *structural system* merupakan sistem yang paling berpengaruh. Sesuai dengan definisi *building integrity* yaitu mempertahankan kondisi fisik gedung maka sistem tersebut dianggap sebagai faktor yang paling menentukan. Hal ini disebabkan karena apabila struktur gedung mengalami kegagalan maka gedung akan runtuh.

**Tabel 2. Mean Faktor-Faktor Penentu Kinerja Total dan Integrasi Bangunan**

No	Kinerja Total dan Integrasi Bangunan	Faktor-faktor penentu	Tanggapan Responden		
			Perkantoran	Apartemen	Universitas
1	<b>Spatial performance</b> Kenyamanan penghuni di dalam menggunakan ruangan yang tersedia untuk melakukan segala aktivitasnya tanpa mengalami hambatan	a. Disain tiap ruangan dan perabotnya	4.00	4.25	5.00
		b. Kesatuan dari tiap ruangan	3.75	4.00	4.25
		c. Penyediaan kenyamanan dan servis	4.25	4.50	3.75
		d. Disain untuk kenyamanan	4.00	4.25	4.00
2	<b>Thermal performance</b> Kenyamanan suhu dalam ruangan dimana penghuni dapat merasakan suhu yang sesuai dengan kemampuan tubuh untuk beradaptasi	a. Temperatur udara dan pencahayaan	4.75	4.75	4.50
		b. Warna kaca dan dinding	4.50	4.00	4.00
		c. Pergerakan udara pada permukaan dinding	3.50	3.50	3.75
		d. Porositas material	3.50	3.50	3.75
		e. Keberadaan material seperti kaca	4.75	4.75	4.00
3	<b>Indoor air quality</b> Kualitas udara di dalam ruangan dimana tersedia cukup oksigen sehingga terdapat kandungan udara segar yang dapat menciptakan kenyamanan bagi penghuninya	a. Pergerakan udara segar	4.50	4.25	4.75
		b. Polusi akibat timbulnya energi dan masa	4.00	3.00	4.25
		c. Keberadaan ventilasi udara	4.00	3.75	4.50
4	<b>Acoustical performance</b> Kenyamanan penghuni dalam melakukan percakapan ataupun mendengarkan sesuatu dengan jelas tanpa ada distorsi	a. Jarak sumber suara	4.50	5.00	4.75
		b. Tipe plafon dan partisi penghalang	4.75	4.25	4.25
		c. Orientasi bangunan dan letak bangunan	2.75	4.75	3.75
		d. Dimensi ruang	4.00	4.00	4.00
5	<b>Visual performance</b> Keadaan dimana penghuni dapat melihat obyek-obyek di dalam ruangan dengan jelas dan tanpa harus menggunakan alat bantu lain	a. Ambient & task lighting levels illuminance	3.75	4.00	4.25
		b. Contrast & brightness ratios	3.00	3.50	4.00
		c. Color rendition	3.00	3.50	4.00
		d. Bentuk dan proporsi suatu ruangan	3.25	4.00	4.00
6	<b>Building integrity</b> Kemampuan bangunan untuk menyokong material, komponen, dan bagian-bagian struktur yang menopang bangunan agar dapat bertahan dari serangan alam dan buatan manusia baik dari dalam maupun dari luar selama bangunan tersebut masih layak digunakan	<b>I. Mempertahankan gedung dalam aspek</b>			
		a. Structural properties	4.50	4.50	5.00
		b. Physical properties	4.25	4.00	4.75
		c. Visible properties	3.75	3.75	4.75
		<b>II. Melindungi bangunan terhadap</b>			
		a. Beban-beban	4.50	4.25	4.25
		b. Kelembaban	3.00	3.25	4.00
		c. Suhu udara	2.50	2.50	4.00
		d. Pergerakan udara	2.75	2.50	3.25
		e. Radiasi (rendah)	2.75	2.75	3.50
		f. Serangan biologis dan kimia	4.00	3.75	3.75
		h. Api	4.75	4.75	4.75
		i. Bencana alam dan buatan manusia	4.75	4.50	4.75

Keterangan:

1 = sangat tidak berpengaruh

3 = agak berpengaruh

5 = sangat berpengaruh

2 = tidak berpengaruh

4 = berpengaruh



**Tabel 3. Faktor-Faktor Sistem Bangunan dengan Mean Tertinggi yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Total dan Integrasi Bangunan**

System Design	Perkantoran			Apartemen			Universitas		
	Spatial Performance								
Structural	Ketinggian ruang (4,25)	Ketinggian ruang (4,25)	Ketinggian ruang (4,50)	Ketinggian ruang (4,75)	Ketinggian ruang (4,25)	Ketinggian ruang (3,50)	Ketinggian ruang (4,25)	Ketinggian ruang (4,25)	
Envelope	Ketebalan dinding (3,50)	Ketebalan dinding (4,00)	Ketebalan dinding (4,50)	Jenis jendela (4,00)	Dimensi jendela (4,50)	Sunshade (4,00)	Sunshade (4,75)	Sunshade (4,75)	
Mechanical	Ukuran pipa (4,00)	Ukuran vertikal transport (4,00)	Ukuran vertikal transport (4,00)	Ukuran HVAC (4,50)	Jenis HVAC (4,75)	Jenis HVAC (4,50)	Jenis HVAC (4,50)	Jenis HVAC (4,75)	
Interior	Ukuran vertikal transport (4,00)	Perengkapan interior lain (3,75)	Letak vertikal transport (4,00)	Letak vertikal transport (4,50)	Ukuran HVAC (4,75)	Ukuran HVAC (4,50)	Ukuran HVAC (4,75)	Ukuran HVAC (4,75)	
			Bentuk dan ketinggian plafon (4,25)	Bentuk dan ketinggian plafon (4,75)	Ukuran lubang (3,75)	Ukuran lubang (3,50)	Ukuran lubang (4,50)	Ukuran lubang (4,50)	
			Indoor air quality			Acoustical			
Structural	Ketinggian ruang (4,25)	Ketinggian ruang (3,50)	Ketinggian ruang (4,75)	Bentuk ruangan (4,00)	Ketinggian ruang (2,50)	Ketinggian ruang (4,50)	Ketinggian ruang (4,50)		
Envelope	Dimensi jendela (3,75)	Dimensi jendela (3,75)	Dimensi jendela (4,50)	Ketebalan dinding (4,25)	Ketebalan dinding (4,00)	Ketebalan dinding (3,75)	Ketebalan dinding (3,75)		
Mechanical	Jenis HVAC (4,25)	Ukuran HVAC (4,25)	Jenis HVAC (4,50)	Jenis HVAC (2,75)	Jenis HVAC (2,25)	Ukuran HVAC (3,50)	Ukuran HVAC (3,50)		
Interior	Ukuran lubang (4,25)	Letak lubang (4,25)	Ukuran lubang (4,25)	Ukuran HVAC (4,50)	Bentuk&konfigurasi ducting (2,25)	Ukuran penampang ducting (3,50)	Ukuran penampang ducting (3,50)		
	Letak lubang (4,25)		Letak lubang (4,25)	Letak lubang (4,25)	Ketebalan dinding (4,25)	Ketebalan plafon (3,75)	Ketebalan plafon (4,25)		
			Visual			Building integrity			
Structural	Bentuk ruangan (4,00)	Bentuk ruangan (3,50)	Bentuk ruangan (4,50)	Beban (4,75)	Ukuran balok dan kolom (4,50)	Ukuran balok&kolom (4,75)	Ukuran balok&kolom (4,75)		
Envelope	Dimensi jendela (3,75)	Dimensi jendela (4,50)	Dimensi jendela (4,25)	Jenis permukaan eksterior (3,25)	Jenis material (4,50)	Jenis material (4,75)	Jenis material (4,75)		
Mechanical	Sunshade (3,75)	Ketinggian jendela (4,50)	Sunshade (4,25)	Jenis permukaan eksterior (3,50)	Ketebalan dinding (3,50)	Ketebalan dinding (3,50)	Ketebalan dinding (3,50)		
Interior	Letak lampu (4,25)	Letak lampu (4,50)	Jenis lampu (5,00)	Ukuran vertikal transport (3,25)	Ukuran HVAC (2,00)	Ukuran vertikal transport (4,25)	Ukuran vertikal transport (4,25)		
	Jenis lampu (4,25)	Jenis lampu (4,50)	Warna lantai (4,00)	Letak vertikal transport (3,25)	Ketebalan dinding (3,50)	Ketebalan dinding (3,50)	Ketebalan dinding (3,50)		
	Perengkapan interior lain (4,25)	Warna lantai (3,50)		Ketebalan dinding (4,25)	Ketebalan dinding (3,50)	Ketebalan dinding (3,50)	Ketebalan dinding (3,50)		

Keterangan:

1 = sangat tidak berpengaruh  
2 = tidak berpengaruh

3 = agak berpengaruh  
4 = berpengaruh

5 = sangat berpengaruh

**Tabel 4. Upaya Peningkatan Kinerja Total dan Integrasi Bangunan**

No.	Kinerja Total dan Integrasi Bangunan	Jenis Gedung	Upaya yang dilakukan
1	<i>Spatial Performance</i>	Perkantoran	Membuat akses langsung antar ruang pada lantai yang sama (4,25)
		Apartemen	Membuat ruang multi guna (4,75)
		Universitas	Pengelompokan peralatan (4,50)
2.	<i>Thermal performance</i>	Perkantoran	Pengurangan daerah kaca (4,00)
		Apartemen	Orientasi arah bangunan terhadap sinar matahari (4,50)
		Univesitas	Orientasi atah bangunan terhadap sinar matahari (4,75)
3.	<i>Indoor air Quality</i>	Perkantoran	Pengisolasian sumber polusi (4,50)
		Apartemen	Ruang tersendiri bagi perokok (4,50)
		Universitas	Pengisolasian sumber polusi (4,50)
			Pengisolasian sumber polusi (4,75)
			Penggunaan filter pada fan dan ducting air donditioner (4,75)
4.	<i>Acoustical performance</i>	Perkantoran	Pengaturan ruang sebagai barrier ruangan yang lain (3,75)
		Apartemen	Pengaturan ruang sebagai barrier ruangan yang lain (4,00)
		Universitas	Pemakaian material high density sebagai tambahan plafon (4,25)
			Pengaturan arah bangunan terhadap sumber bunyi (4,25)
5.	<i>Visual performance</i>	Perkantoran	Penggunaan jenis kaca tertentu untuk mengurangi silau (4,00)
		Apartemen	Penggunaan jenis kaca tertentu untuk mengurangi silau (4,25)
		Universitas	Penggunaan sunshade (4,00)
6.	<i>Building integrity</i>	Perkantoran	Pelapisan dan perawatan berkala pada finishing (4,00)
			Pelapisan cat pada material (4,00)
			Pemakaian suspended floor (4,00)
		Apartemen	Pelapisan pada lantai (4,00)
		Universitas	Pelapisan dan perawatan berkala pada finishing (4,25)
			Pelapisan cat pada material (4,25)

Keterangan:

1 = sangat tidak setuju  
2 = tidak setuju

3 = agak setuju  
4 = setuju

5 = sangat setuju

## KESIMPULAN

Dari Tabel 2 sampai Tabel 4 dan Gambar 1 sampai Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh sistem bangunan terhadap kinerja total dan integrasi bangunan, hal ini disebabkan fungsi dan aktivitas penghuni masing-masing gedung berbeda. Pada perkantoran terdapat banyak aktivitas sehingga prioritas gedung adalah untuk menyediakan kenyamanan bekerja bagi penghuni. Pada apartemen yang berfungsi sebagai tempat tinggal membutuhkan tingkat kenyamanan yang tinggi sehingga kinerja bangunan yang harus dipenuhi adalah untuk mencapai tingkat kenyamanan yang optimal. Pada universitas dimana terjadi kegiatan belajar mengajar, selain memperhatikan segi kenyamanan juga segi ekonomis sehingga biaya operasional gedung tidak terlalu tinggi dan tidak menjadi beban bagi penghuni [8].

## DAFTAR PUSTAKA

1. Allen, Edward, *How Buildings Work*. New York, Oxford University Press, 1980.
2. Rush, Richard D. (Ed), *The Building Systems Integration Handbook*, New York, The American Institute of Architects, John Wiley & Sons, 1986.
3. Gero, John S., and Cowan, Henry J., *Design of Building Frame*, London, Applied Science Publishers Ltd, 1976.
4. Ball, John E., *Exterior and Interior Trim*, New York, Van Nosrand Reinhold Company, 1975.
5. Smith, Peter R., and Julian, Warren G., *Building Science*, London, Applied Science Publishers Limited, 1976.
6. J.F. Van Straaten, *Thermal Performance of Buildings*, Amsterdam, Elsevier Publishing Company, 1967.
7. Singarimbun, Masri, dan Effendi, Sofian, *Metode Penelitian Survei*, Jakarta, LP3ES, 1984.
8. Yopi, H. dan Adry, A., *Analisa Hubungan Sistem Bangunan Dengan Kinerja Total Dan Integrasi Bangunan Pada Berbagai Gedung Berrtingkat Di Surabaya*, Skripsi No. 1002S, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Petra, 2000.