

## DESAIN RUMAH SAKIT YANG AMAN DAN NYAMAN

Oleh :

Venesia Junan<sup>1</sup>, Suryono<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Staf Pengajar Universitas Sariputra Indonesia Tomohon)

(<sup>2</sup> Dosen Program Studi Arsitektur Pasca Sarjana Universitas SamRatulangi Manado.)

### ABSTRAK

*Pertimbangan tentang strategi keamanan dan kenyamanan bangunan perlu diperhatikan sejak awal perencanaan dan perancangan. Karena permasalahan yang ditimbulkan bangunan dapat mempengaruhi lingkungan sekitar dan sebaliknya.*

*Pada zaman modern ini, masalah keamanan dan kenyamanan yang dihadapi manusia mulai beragam. Masalah-masalah yang muncul akibat pengaruh alam : misalnya gempa. Sedangkan masalah akibat pengaruh manusia : misalnya kebisingan dan kebakaran. Tetapi manusia juga telah menemukan material baru, seperti besi, baja, batu bata atau beton. Dengan material dari perkembangan teknologi tersebut manusia telah belajar membangun bangunan yang aman dan nyaman untuk ditinggal. Namun penggunaan material tersebut harus disertai dengan proses konstruksi yang tepat. Terlebih khusus pada bangunan berskala besar dengan tingkat aktivitas tinggi misalnya "Rumah Sakit".*

*Untuk itu segala aspek peraturan bangunan yang menyangkut keamanan bangunan baik terhadap ancaman bencana alam maupun bencana antropogene, serta menyangkut kenyamanan bangunan dari segi visual, audial, dan thermal perlu diperhatikan seksama sejak awal dalam tahap perancangan.*

**Kata kunci:** Perancangan, aman dan nyaman.

### PENDAHULUAN

Sejak dahulu manusia melindungi diri mereka dari cuaca dan hewan buas, sehingga memaksa mereka mencari tempat perlindungan seperti gua. Namun kebutuhan manusia meningkat akibat banyaknya anggota keluarga berbanding terbalik dengan jumlah gua yang tersedia. Sehingga manusia membangun tempat tinggal yang terbuat dari kulit hewan, yaitu tenda yang bisa dibawa berpindah-pindah tempat. Tetapi ketika mereka akhirnya menemukan cara untuk tinggal di satu tempat, mereka mulai memikirkan bangunan sebagai tempat berlindung yang lebih besar, lebih kuat, dan lebih nyaman. Mereka pun membangun rumah dengan memanfaatkan material yang mereka temukan di alam, seperti batu, kayu dan serat tanaman.

Pada zaman modern ini, masalah keamanan dan kenyamanan yang dihadapi manusia mulai beragam. Masalah-masalah yang muncul akibat pengaruh alam misalnya gempa. Sedangkan masalah akibat pengaruh manusia misalnya kebisingan, dan kebakaran. Tetapi manusia juga telah menemukan material baru, seperti besi, baja, batu bata atau beton. Dengan material dari perkembangan teknologi tersebut manusia telah belajar membangun bangunan yang aman dan nyaman untuk ditinggal. Namun penggunaan material tersebut harus disertai dengan proses konstruksi yang tepat. Terlebih khusus pada bangunan berskala besar dengan tingkat aktivitas tinggi misalnya "Rumah Sakit". Untuk itu penulis tertarik mengangkat judul "Desain Rumah Sakit yang Aman dan Nyaman" sebagai acuan konsep tematik pada proposal TA nantinya.

## URGENSI / NILAI MANFAAT

Nilai manfaat yang diharapkan dari pengkajian terhadap desain rumah sakit, yang aman dan nyaman, adalah agar dalam perancangan suatu karya bangunan, dapat memanfaatkan secara optimal perkembangan sains dan teknologi bangunan yang ada untuk desain bangunan demi memperoleh bangunan yang aman dan nyaman khususnya pada bangunan rumah sakit.

## TUJUAN PEMBAHASAN

Untuk meningkatkan penerapan konsep desain bangunan, yang mengatasi masalah keamanan dan kenyamanan, khususnya pada bangunan Rumah Sakit, yang kesadaran penerapannya masih kurang di Indonesia.

## METODOLOGI PEMBAHASAN

Untuk mencapai tujuan pembahasan sesuai dengan lingkup kajian, maka dilakukan pembahasan dengan metode yang digunakan sebagai berikut :

1. Studi Literatur, pengumpulan data kajian teori melalui buku dan internet.
2. Studi kasus, melalui analisa kasus pada bangunan yang penerapan desainnya berkaitan dengan tema pembahasan.

## PEMBAHASAN

### 1. DESKRIPSI PEMAHAMAN

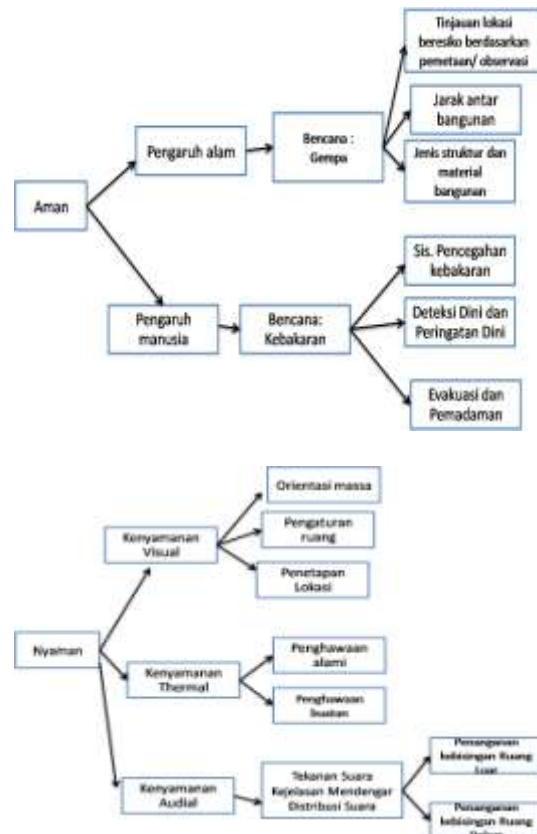
Desain: kerangka bentuk, rancangan. Rumah Sakit: gedung tempat memberikan pelayanan kesehatan. Aman: bebas dari bahaya, bebas dari gangguan, terlindung atau tersembunyi. Nyaman: segar, sehat, sedap, sejuk.

Secara umum dapat disimpulkan, "Desain Rumah Sakit yang Aman dan Nyaman" adalah rancangan bangunan sebagai tempat pelayanan kesehatan, yang aman: melindungi dari bahaya gempa dan kebakaran, serta nyaman: suasana segar, sejuk, dan sehat.

Pembahasan materi ini dibagi atas aspek keamanan dan kenyamanan. Aspek keamanan dibatasi pada bencana khususnya

gempa dan kebakaran yang sangat berpotensi terjadi. Sedangkan aspek kenyamanan dibatasi pada *visual comfort*, *thermal comfort*, dan *audial comfort*.

## KERANGKA PIKIR



## 2. STRATEGI IMPLEMENTASI

### ARSITEKTUR RUMAH SAKIT YANG TANGGAP BENCANA

Melihat adanya potensi gempa di tanah air maka dalam bangunan rumah sakit harus tanggap terhadap potensi yang ada dan kemungkinan terjadi. Rumah sakit adalah bangunan publik yang secara fungsional sebagai muara evakuasi korban bencana. Dengan kata lain bangunan rumah sakit harus tetap berdiri dan melaksanakan pelayanan apapun kondisi disekitarnya.

Terkait dengan hal tersebut, maka pertimbangan lokasi menjadi faktor penting. Pilih lahan yang tidak dekat dengan bahaya seperti misalnya perbukitan rawan longsor, lahan yang memiliki jenis tanah sensitif (tanah mengembang), ataupun tepi pantai

terbuka. Jika tidak dimungkinkan pemilihan lokasi yang baik maka diperlukan sistem pengamanan dengan rekayasa teknis yang tepat.

Rancangan struktur merupakan aspek penting terhadap keamanan bangunan. Struktur serta bahan gedung harus mempunyai kelenturan atau daktilitas yang baik serta mempunyai daya tahan terhadap kerusakan. Perhitungan pembebanan dalam perencanaan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) didukung kesempurnaan dalam pelaksanaan menjadi aspek metodologi yang dipersyaratkan.

Pedoman teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan Gempa telah dikeluarkan dan disosialisasikan oleh Departemen Pekerjaan Umum. Dalam pedoman tersebut telah mengatur metode dan cara antara lain : penempatan dan pengaturan tulangan, teknik sambungan antar komponen balok-plat-kolom-pondasi, kualitas tahanan tekan beton minimum 175 kg/cm<sup>2</sup> dan kekuatan tarik baja 2400 kg/cm<sup>2</sup>. Semua material bangunan selalu mempunyai spesifikasi teknis yang tidak boleh dilanggar untuk mendapatkan keamanan struktur sehingga perencanaan dan pelaksanaan merupakan kunci yang tidak boleh ditinggalkan salah satu.

Keamanan lain yang harus diperhitungkan adalah keselamatan pengguna. Hal tersebut menyangkut jalur evakuasi yang jelas, memenuhi standar dimensi, jumlah dan sebaran serta bahan bangunan yang tepat. Selanjutnya dukungan terhadap keselamatan dan keamanan pengguna adalah bagian dari peran utilitas mekanikal dan elektrik.

### **RUMAH SAKIT YANG AMAN DAN TANGGAP KEADAAN DARURAT**

Selain keamanan dari pengguna yang selalu diperhatikan oleh pengelola fasilitas kesehatan, masalah keamanan dari keadaan-keadaan darurat yang tidak diharapkan menjadi hal yang patut diperhatikan. Contoh yang paling mudah adalah melihat rumah sakit dari sisi keamanan terhadap bahaya kebakaran. Hal ini mencakup tiga hal, yaitu

sistem pencegahan kebakaran, deteksi dini dan peringatan dini, evakuasi, dan tindakan pemadaman.

#### ***Sistem Pencegahan Kebakaran***

Pencegahan mengacu pada filosofi segitiga api maka penggunaan bahan bangunan yang dapat terbakar seminim mungkin, menjauhkan/ mengisolasi penyulut timbulnya api terhadap bahan yang bangunan yang dapat terbakar, mencegah penjaran (isolir) api agar tidak meluas baik secara vertikal maupun secara horizontal dengan menggunakan kompartemen, jarak bangunan, maupun pelapis tahan api pada bahan yang dapat terbakar.

#### ***Deteksi dan peringatan dini***

Deteksi menggunakan pancaindra. Setidaknya ada empat dari lima indra manusia yang dapat secara efektif digunakan untuk melakukan deteksi terhadap munculnya api tak terkendali:

1. Penglihatan adanya nyala api,
2. Penciuman adanya bau hangus karena terbakar yang mencurigakan
3. Pendengaran yakni bunyi meretih yang mengingatkan adanya api membakar benda-benda
4. Perabaan: kulit manusia cukup peka akan adanya perubahan suhu yang hanya beberapa derajat celsius saja.

Deteksi dini menggunakan Alarm kebakaran:

Hingga saat ini setidaknya ada empat jenis detektor kebakaran yang lazim digunakan untuk mengetahui munculnya api tak terkendali yakni:

1. Detektor Panas,
2. Detektor Asap,
3. Detektor Nyala Api
4. Detektor Gas

Detektor kebakaran tersebut selanjutnya, dihubungkan panel kontrol yang terdiri atas: alarm yang akan memberi isyarat terjadinya kebakaran dengan bunyi khusus (audio) dan juga papan indikator (visual) untuk mengetahui lokasi sumber api.

### **Evakuasi**

Jalur evakuasi horizontal :

Persyaratan standar

- a. Aman terhadap api sekurang-kurangnya dua jam, sehingga bahan-
- b. Bebas dari asap, artinya tekanan udara harus lebih tinggi dari tekanan udara ruang-ruang sekitarnya dengan cara memompakan udara segar memakai blower kedalam jalur darurat

Jalur evakuasi vertikal : berupa lift dan tangga darurat.

Penyelematan diri dari bahaya kebakaran meliputi tangga darurat pada jarak-jarak tertentu, dengan persyaratan dan kemudahan aksesnya. Ramp juga merupakan sarana wajib, mengingat pada waktu kebakaran listrik akan mati. Ramp sebaiknya dirancang dengan memperhatikan lebar, kesejajaran (alignment), serta kemiringan yang memadai. Bukaannya ke luar dari tanggataangga darurat maupun dari akses-akses ke ground floor perlu dilengkapi dengan pintupintu yang membuka ke luar (bukaannya ke dalam) dengan lebar total bukaannya disesuaikan dengan jumlah jiwa yang ada dalam bangunan.

### **Tindakan Pemadaman**

Selanjutnya perlu didukung dengan tersedianya pemadam kebakaran dengan berbagai sistem, mulai dari hydrant hingga pemadam portable yang dapat menjangkau seluruh bagian rumah sakit. Akses mobil pemadam kebakaran suatu hal yang perlu dipertimbangkan, terutama di bagian perifer lahan rumah sakit, karena hydrant kerap tidak selalu dapat diharapkan dalam beberapa kasus darurat.

Setelah semua upaya: pencegahan, deteksi dini dan evakuasi telah dilakukan, serta merta dilakukan usaha pemadaman terhadap api dan asap yang tidak terkendali, pemadam api ada beberapa jenis:

#### **A. Pemadam Api Ringan**

Pemadam Api Ringan (PAR) ialah pemadam api yang ringan, mudah dibawa/ dipindahkan dan dioperasikan oleh satu orang, dan alat tersebut hanya

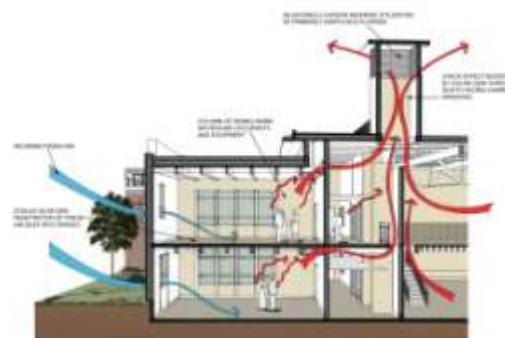
digunakan untuk memadamkan api pada permulaan terjadi kebakaran, pada saat api belum terlalu besar

#### **B. Sprinkler**

Sprinkler ialah suatu alat yang dapat memancarkan sejumlah air bertekanan secara otomatis dan merata ke semua arah.

### **RUMAH SAKIT YANG HEMAT ENERGI DAN NYAMAN THERMAL**

Penghematan energi yang paling sederhana namun dapat berdampak sangat besar dapat dilakukan dengan perencanaan sistem penghawaan. Penghematan ini dilakukan dengan cara beberapa ruangan penentuan dari awal tentang beberapa bagian dari rumah sakit direncanakan dengan sistem pengkondisian udara dengan menggunakan AC dan bagian-bagian lain dari rumah sakit direncanakan dengan menggunakan ventilasi alami dan tidak menggunakan AC. Bagian rumah sakit yang direncanakan dengan menggunakan AC akan lebih efisien jika memiliki volume ruang yang lebih kecil dengan jarak lantai dan langit-langit yang tidak terlalu tinggi. Sementara kenyamanan termal yang lebih baik akan dimiliki bangunan berventilasi alami yang memungkinkan ventilasi silang dan dengan volume ruang yang lebih besar dengan jarak lantai dan langit-langit yang lebih tinggi.



Gambar 1: **Ventilasi silang**

Sumber : [www.google.com](http://www.google.com)

Perletakkan dan orientasi massa bangunan pun sangat mempengaruhi penghematan energi dan kenyamanan

thermal. Untuk mengurangi panas matahari di Indonesia, bangunan diorientasikan membujur timur barat, bagian transparan atau bukaan diarahkan menghadap selatan dan utara sehingga lebih menghemat energy pendinginan. Pada kondisi tertentu kadang tidak dimungkinkan untuk meletakkan massa bangunan pada kondisi ideal diatas namun hal-hal ini dapat diatasi dengan penggunaan sunshading serta penggunaan material yang tepat (transparan atau bukaan seperti kaca dan jendela pada bagian yang tidak terpanaskan dan pasangan massif pada bagian yang terpanaskan).



Gambar 2: **Penggunaan Sunshading**  
Sumber : PT.Global Rancang Selaras,  
“Arsitektur Rumah Sakit”

## **RUMAH SAKIT YANG NYAMAN VISUAL**

Desain yang dilandasi tema yang kuat sangat dibutuhkan dalam perancangan rumah sakit dewasa ini. Dalam arsitektur terdapat prinsip-prinsip perancangan yang perlu diperhatikan, seperti misalnya proporsi, skala, keseimbangan, keselarasan, kesatuan dan perbedaan, ritme, serta penekanan.

Pertimbangan lingkungan juga merupakan sesuatu yang penting. Pertimbangan ini akan merupakan dialog antara keselarasan dan kontras. Rumah sakit di lingkungan urban yang padat akan mempunyai nilai tambah jika bisa berperan sebagai suatu oase bagi lingkungan di sekitarnya. Sementara pada kawasan yang sedang berkembang, selain rumah sakit itu perlu menyiapkan perkembangan, adanya peluang sebagai komponen dominan

kawasan akan menuntut desain yang cukup berkarakter.

Desain kelompok bangunan yang terdiri dari beberapa massa bangunan lebih mudah diintegrasikan ke dalam batas visual komunitas. Tetapi beberapa rumah sakit dengan pertimbangan tertentu dibuat dengan volume besar dan berskala monumental bila dibandingkan dengan tipologi umum bangunan. Belajar dari pengalaman telah menunjukkan bahwa ukuran rumah sakit yang optimal dapat memberikan kenyamanan, secara internal maupun secara eksternal. Keduanya dapat berintegrasi sepenuhnya pada hal-hal yang berada di sekeliling lingkungan gedung rumah sakit dimana ukuran yang harus dipertimbangkan adalah skala manusia.

Beberapa faktor kunci :

1. Menghindari adanya permukaan bangunan yang panjang dan memberi kesan membosankan.
2. Menghindari koridor-koridor panjang yang membosankan, menghadirkan sebuah ruang yang memiliki pemandangan yang tidak membosankan.



Gambar 3 **koridor rumah sakit**  
Sumber : [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)

3. Menyesuaikan bangunan terhadap kontur lokasi, yang seringkali memberikan keuntungan operasional misalnya akses pada berbagai tingkatan.
4. Menghindari penempatan pasien dan staf-staf pada tempat yang tidak nyaman karena adanya perluasan atau pembangunan sisi lain bangunan.
5. Hindari areal parkir yang sangat luas, paling tidak posisinya ditempatkan pada areal yang masih dapat diawasi dari jauh.
6. Pertimbangkan dengan cermat mengenai geometri dan penempatan halaman

sebagai titik orientasi dari massa bangunan. Diusahakan agar massa bangunan tidak mendapat sinar matahari secara langsung kecuali aktivitas terwadahi menuntutnya.

	privat	
	Ruang operasi	

**KENYAMANAN AUDIAL**

Bangunan	Ruangan	(dBA)
Kesehatan	Rumah sakit, ruang inap umum	25-35
		20-25
	Rumah sakit, ruang inap	25-30

**Tabel 1 : Tingkat Kebisingan Yang Diperbolehkan**

Sumber : Satwiko, Prasasto, (2009), "Fisika Bangunan", hal 269-270

Strategi penanganan kebisingan ruang luar

- Memanfaatkan jarak karena tingkat bunyi akan semakin berkurang bila jarak semakin besar.



**Gambar 4 : Pemanfaatan jarak mengurangi kebisingan**

Sumber : Sangkertadi, "Materi Sains bangunan 2 tentang Akusti

- Mengelompokkan kegiatan yang berpotensi bising dan yang perlu ketenangan.
- Memberi tabir (penghalang bunyi)
- Memanfaatkan daerah yang tidak terlalu mensyaratkan ketenangan sebagai perintang kebisingan dengan cara pengaturan daerah (*zoning*)
- Menjauhkan bukaan (pintu dan jendela) dari sumber kebisingan.
- Mengusahakan peredaman sumber kebisingan
- Mengisolasi sumber kebisingan atau memakai penghalang bunyi.
- Mengelompokkan ruang
- Mengurangi kebisingan dengan memutuskan jalan perambatan bunyi melalui struktur bangunan (dengan memisahkan bangunan).
- Mengatur waktu dengung,, distribusi suara, kejelasan mendengar dan tekanan suara dalam ruang.

Strategi penanganan Kebisingan ruang dalam :

### 3. PRESEDEN ISSUE TEMATIK

Berdasarkan tema “Desain Rumah Sakit yang aman dan nyaman” dimaksudkan mengatasi atau mereduksi terhadap ancaman keamanan seperti bencana alam maupun bencana antropogene, termasuk didalamnya ancaman terhadap kebakaran. Serta aspek untuk kenyamanan baik kenyamanan penglihatan, pendengaran, penghawaan, yang membuat pengguna atau penghuni merasa nyaman di dalam bangunan Rumah Saki. Berikut studi kasus pada bangunan-bangunan rumah sakit yang dalam desainnya mengaplikasikan prinsip keamanan dan kenyamanan.

### 4. STUDI KASUS

#### Randall children Hospital

Arsitek : Arsitek ZGF LLP  
Lokasi : Portland, Oregon, USA  
Proyek Arsitek : Halliday Meisburger  
Arsitek In Charge: Adam Christie, Justin Brooks, Randy McGee, Scott Tarrant, Nick Micheels Medis  
Perencana : Jennifer Mountain, Solvei Neiger, Sue Ann Barton  
Area : 334.000 sq ft  
Tahun : 2012  
Foto : Nick Merrick / Hendrich Blessing, Eckert & Eckert, ZGF Arsitek LLP



Gambar 6.1  
Sumber : [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)



Gambar 6.2  
Sumber : [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)

Bangunan amplop meliputi kaca kinerja tinggi dan meningkatkan isolasi termal yang melebihi Oregon Energi Kode standar energi minimum. Baja dan struktur beton, aluminium curtainwall dan bahan interior - seperti akustik, papan gipsum dan counter teraso cor di stasiun perawat - memiliki konten daur ulang yang signifikan. Bambu, produk cepat terbarukan, adalah standar untuk veneer, lantai dan langit-langit panel. Persistent racun bio-akumulatif



Gambar 6.3 **Taman teras Randall Hospital**  
Sumber : [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)

Sebuah taman teras di lantai ketiga telah dirancang untuk memberikan berbagai lingkungan untuk bermain, percakapan atau kontemplasi. Portland artis Nanda D'Agostina dirancang patung, elemen kerucut fiberglass, diatapi dengan lensa kaca berwarna, yang juga bertindak sebagai skylight. Unsur-unsur lain, panel kaca seni, struktur pergola dan pabrik dan bahan

paving, telah dipilih untuk menciptakan lingkungan restoratif. Ruang taman interior terletak di ujung timur dari teras, menawarkan tempat yang tenang untuk melakukan introspeksi dengan akses ke taman.

### St. Anthony Hospital

Arsitek : Arsitek ZGF LLP  
Lokasi : Gig Harbor,  
Washington, Amerika Serikat  
Kontraktor Umum : Sellen Konstruksi  
Pengembang : The Hammes  
Perusahaan Insinyur Struktural I: PCS Solusi Struktural  
Mechanical Engineer : Insinyur CDi  
Electrical Engineer : Coffman Engineers  
Insinyur Sipil : DOWL Engineers  
Arsitek Lanskap : SiteWorkshop, Seattle  
Pemilik, Kedokteran Kantor  
Bangunan : Frauenschuh Kesehatan  
Solusi Real Estate  
Wilayah proyek : 250.000 sq ft  
Foto : Doug Scott



Gambar 6.3 Taman St. Anthony Hospital  
Sumber : [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)

Taman dan selasar yang luas selain sebagai fasilitas pendukung juga menjadi area buffer terhadap kebisingan ruang luar, dan menjadi area yang baik untuk evakuasi.



Gambar 6.3 St Anthony Hospital  
Sumber : [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)  
Sumber : [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)

Pada gambar 6.3 Keindahan alam tebal, hutan berhutan sekitar lokasi rumah sakit, dan hubungan dengan alam dapat membuat terapi pasien dari penyakit kembali ke kesehatan, menjadi tema utama dalam pengembangan desain mengidentifikasi karakteristik dan pengalaman yang mendefinisikan refleksi hening yang menambah kenyamanan visual.

Pada gambar 6.4 bahan eksterior menggabungkan aluminium tirai sistem dinding untuk memaksimalkan pencahayaan alami, tampilan, dan pemandangan tekstur yang kaya terdiri dari batu alam, menuangkan beton, panel kayu dan kolom baja struktural. Efeknya adalah hangat dan ramah

### KESIMPULAN

Keamanan dan kenyamanan bangunan merupakan hal penting sebagai tolok ukur keberhasilan desain bangunan. Karena meskipun tampilan bangunan terlihat sempurna tetapi pengguna/penghuni bangunan tidak merasa nyaman maka desain



bangunan dapat dikatakan gagal. Karena itu segala aspek peraturan bangunan yang menyangkut keamanan bangunan baik terhadap ancaman bencana alam maupun bencana *anthropogene*, serta menyangkut kenyamanan bangunan dari segi *visual*, *audial*, dan *thermal* perlu diperhatikan seksama sejak awal dalam tahap perancangan. Akan tetapi, setiap jenis bangunan memiliki tingkat keamanan dan kenyamanan yang berbeda tergantung dari jenis dan tingkat aktivitas penghuni bangunan. Pada bangunan rumah sakit, kenyamanan lebih prioritas karena mendukung kesembuhan pasien. Tetapi keamanan juga diperlukan karena faktor kenyamanan selalu didukung dengan faktor keamanan. Keduanya merupakan hal yang tidak dapat dipisah.

#### REKOMENDASI

Untuk mendesain bangunan yang aman dan nyaman, sebelumnya harus memperhatikan jenis bangunan yang akan didesain, macam aktivitas dan pengguna bangunan. Karena tingkat keamanan dan kenyamanan berbeda menurut jenis bangunan. Kemudian barulah analisa lokasi yang akan dibangun, selain itu perlu juga menerapkan desain menurut peraturan yang ada, misalnya sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

#### DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_, (2010), *“Arsitektur Rumah Sakit”*,  
Yogyakarta: Global Rancang Selaras
- Mangunwijaya, Y. B. (1980), *“Pasal-Pasal  
Penghantar Fisika Bangunan”*,  
Jakarta: Gramedia
- Ramli, Soehatman, (2010), *“Manajemen  
Kebakaran”*, Jakarta: Dian Rakyat
- Salvadori, Mario, (2009), *“Seni  
Konstruksi”*, Bandung : Pakar Raya
- Sangkertadi, (2011), *“Materi Sains  
Bangunan 2 tentang Akustik”*
- Satwiko, Prasasto, (2009), *“Fisika  
Bangunan”*, Yogyakarta: Andi
- Suryono, (2011), *“Materi Utilitas 2 tentang  
Kebakaran”*

Sukandarrumidi, (2010), *“Bencana Alam  
dan Bencana Anthropogene”*,  
Yogyakarta: Kanisius  
<http://www.archdaily.com>  
<http://www.google.co.id>  
<http://kbbi.web.id>