

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Obyek Perancangan

Obyek rancangan adalah Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan yang merupakan bangunan sebagai implementasi atau sebagai contoh bangunan yang menggunakan struktur yang benar dan aman untuk kondisi geologis Indonesia. Maka dari itu yang berhubungan dengan obyek rancangan, akan dijelaskan tentang bangunan dan teknologi.

2.1.1 Tinjauan Teori Bangunan

2.1.1.1 Definisi

Dalam kamus bahasa inggris, *Building* bisa diartikan bangunan atau rumah. Berikut ini pengertian bangunan dari beberapa sumber :

- a. **Menurut Vitruvius di dalam bukunya *De Architectura***, Bangunan yang baik haruslah memiliki keindahan atau estetika (*Venustas*), kekuatan (*Firmitas*), dan kegunaan atau fungsi (*Utilitas*). Sehingga bangunan tidak hanya sekedar berdiri saja, melainkan harus mempunyai tiga unsur yang disebutkan diatas (Sumoharjo, 2009).
- b. **Menurut pernyataan dari kampus Wartawarga Gunadarma**, Bangunan biasanya dikonotasikan dengan rumah, gedung ataupun segala sarana, prasarana atau infrastruktur dalam kebudayaan atau kehidupan manusia dalam membangun peradabannya seperti halnya jembatan dan

konstruksinya serta rancangannya, jalan, dan sarana telekomunikasi (<http://wartawarga.gunadarma.ac.id>, 2009).

- c. **Menurut situs blog “Perbedaan Bangunan dan Arsitektur”**, Bangunan adalah suatu susunan elemen-elemen yang membentuk fungsi untuk mewadahi aktivitas manusia dengan segala komponen yang dibutuhkan dalam aktivitasnya. Ia memiliki bentuk dan dimensi yang dapat menaungi dengan memiliki kekakuan dan kekokohan yang dapat melindungi manusia dan segala aktivitas di dalamnya dari segala gangguan. Karena bangunan berfungsi untuk mewadahi aktivitas manusia maka ia harus mempunyai keadaan yang dibutuhkan oleh manusia yaitu kenyamanan, keamanan, dan efisiensi, serta kebutuhan-kebutuhan manusia yang lain (<http://mengerjakantugas.blogspot.com>, 2009).
- d. **Menurut Dian Ariestadi dalam bukunya Teknik Struktur Bangunan**, Bangunan adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukan baik yang di atas atau di bawah tanah dan menyatu dengan tempat kedudukan di air (Ariestadi, 2008: 1).
- e. **Menurut kajian Al-Quran**, Bangunan yaitu bangunan untuk tempat berlindung dari musuh, panas, hujan, dan binatang buas (Q.S 18 Al-Kahfi).

Dari beberapa sumber diatas tentang pengertian bangunan, bisa disimpulkan bahwa bangunan yaitu tempat hunian yang memiliki bentuk dan dimensi yang dapat menaungi penghuni dan memiliki kekuatan serta kekokohan. Bangunan juga berfungsi untuk mewadahi kebutuhan manusia maupun aktivitas yang dikerjakan. Dalam kajian arsitektur, bangunan harus mempunyai prinsip-

prinsip keindahan atau estetika (*Venustas*), kekuatan (*Firmitas*), dan kegunaan atau fungsi (*Utilitas*) serta sebagai tempat berlindung bagi penghuni atau user yang ada didalamnya.

Menurut kamus besar Bahasa Indonesia di atas, bangunan diartikan menurut arti katanya. Bangunan adalah kata benda, dengan kata kerjanya bangun atau membangun, sehingga bangunan dapat diartikan sebagai yang dibangun atau yang didirikan. Bangunan adalah segala sesuatu yang dibangun untuk suatu kepentingan tertentu. Dengan definisi demikian, hampir semua bentuk yang didirikan atau dibangun dapat disebut sebagai bangunan, seperti gedung, rumah, jembatan, jalan, tugu, kios, warung dan banyak lagi contoh yang dapat disebutkan. Namun dilihat dari arti yang lebih khusus, bangunan harus memenuhi syarat-syarat lebih khusus pula, sehingga bangunan benar-benar dapat disebut sebagai bangunan seperti yang dimaksud dalam perancangan ini.

2.1.1.2 Jenis Bangunan dan Kelas Suatu Bangunan

Bangunan gedung adalah bangunan yang didirikan atau diletakkan dalam suatu lingkungan sebagian atau seluruhnya pada, di atas, atau di dalam tanah dan atau perairan secara tetap yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya (Kepmen no.10/KPTS/2000).

Berdasarkan definisi bangunan di atas, maka bangunan dibagi menjadi beberapa kelas bangunan sesuai dengan peruntukan atau penggunaan bangunan sebagai berikut:

- a. Kelas 1 : Bangunan hunian biasa, adalah satu atau lebih bangunan yang merupakan :

- 1) Kelas 1a : bangunan hunian tunggal yang berupa:
 - satu rumah tunggal.
 - satu atau lebih bangunan hunian gandeng, yang masing-masing bangunannya dipisahkan dengan suatu dinding tahan api, termasuk rumah deret, rumah taman, unit town house, dan villa.
- 2) Kelas 1b : rumah asrama/kost, rumah tamu, hotel, atau sejenisnya dengan luas total lantai kurang dari 300 m² dan tidak ditinggali lebih dari 12 orang secara tetap, dan tidak terletak di atas atau di bawah bangunan hunian lain atau bangunan kelas lain selain tempat garasi pribadi.
- b. Kelas 2 : Bangunan hunian yang terdiri atas 2 atau lebih unit hunian yang masing-masing merupakan tempat tinggal terpisah.
- c. Kelas 3 : Bangunan hunian di luar bangunan kelas 1 atau 2, yang umum digunakan sebagai tempat tinggal lama atau sementara oleh sejumlah orang yang tidak berhubungan, termasuk:
 - 1) rumah asrama, rumah tamu, losmen
 - 2) bagian untuk tempat tinggal dari suatu hotel atau motel
 - 3) bagian untuk tempat tinggal dari suatu sekolah
 - 4) panti untuk orang berumur, cacat, atau anak-anak
 - 5) bagian untuk tempat tinggal dari suatu bangunan perawatan kesehatan yang menampung karyawan-karyawannya.
- d. Kelas 4 : Bangunan Hunian Campuran, adalah tempat tinggal yang berada di dalam suatu bangunan kelas 5, 6, 7, 8, atau 9 dan merupakan tempat tinggal yang ada dalam bangunan tersebut.

- e. Kelas 5 : Bangunan Kantor, adalah bangunan gedung yang dipergunakan untuk tujuan-tujuan usaha profesional, pengurusan administrasi, atau usaha komersial, di luar bangunan kelas 6, 7, 8, atau 9.
- f. Kelas 6 : Bangunan Perdagangan, adalah bangunan toko atau bangunan lain yang dipergunakan untuk tempat penjualan barang-barang secara eceran atau pelayanan kebutuhan langsung kepada masyarakat, termasuk:
- 1) ruang makan, kafe, restoran.
 - 2) ruang makan malam, bar, toko atau kios sebagai bagian dari suatu hotel atau motel.
 - 3) tempat potong rambut/salon, tempat cuci umum.
 - 4) pasar, ruang penjualan, ruang pameran, atau bengkel.
- g. Kelas 7 : Bangunan Penyimpanan/Gudang, adalah bangunan gedung yang dipergunakan untuk penyimpanan, termasuk:
- 1) tempat parkir umum.
 - 2) gudang, atau tempat pameran barang-barang produksi untuk dijual atau cuci gudang.
- h. Kelas 8 : Bangunan Laboratorium/Industri/Pabrik, adalah bangunan gedung laboratorium dan bangunan yang dipergunakan untuk tempat pemrosesan suatu produksi, perakitan, perubahan, perbaikan, pengepakan, finishing, atau pembersihan barang-barang produksi dalam rangka perdagangan atau penjualan.
- i. Kelas 9 : Bangunan Umum, adalah bangunan gedung yang dipergunakan untuk melayani kebutuhan masyarakat umum, yaitu:

- 1) Kelas 9a : bangunan perawatan kesehatan, termasuk bagian-bagian dari bangunan tersebut yang berupa laboratorium.
 - 2) Kelas 9b : bangunan pertemuan, termasuk bengkel kerja, laboratorium atau sejenisnya di sekolah dasar atau sekolah lanjutan, hall, bangunan peribadatan, bangunan budaya atau sejenis, tetapi tidak termasuk setiap bagian dari bangunan yang merupakan kelas lain.
- j. Kelas 10 : adalah bangunan atau struktur yang bukan hunian:
- 1) Kelas 10a : bangunan bukan hunian yang merupakan garasi pribadi, carport, atau sejenisnya.
 - 2) Kelas 10b : struktur yang berupa pagar, tonggak, antena, dinding penyangga atau dinding yang berdiri bebas, kolam renang, atau sejenisnya.
- k. Bangunan-bangunan yang tidak diklasifikasikan secara khusus, bangunan atau bagian dari bangunan yang tidak termasuk dalam klasifikasi bangunan 1 s.d. 10 tersebut, dalam Pedoman Teknis ini dimaksudkan dengan klasifikasi yang mendekati sesuai peruntukannya.
- l. Bangunan yang penggunaannya insidental, bagian bangunan yang penggunaannya insidental dan sepanjang tidak mengakibatkan gangguan pada bagian bangunan lainnya, dianggap memiliki klasifikasi yang sama dengan bangunan utamanya.
- m. Klasifikasi jamak, bangunan dengan klasifikasi jamak adalah bila beberapa bagian dari bangunan harus diklasifikasikan secara terpisah, dan:

- 1) bila bagian bangunan yang memiliki fungsi berbeda tidak melebihi 10 % dari luas lantai dari suatu tingkat bangunan, dan bukan laboratorium, klasifikasinya disamakan dengan klasifikasi bangunan utamanya.
- 2) Kelas-kelas 1a, 1b, 9a, 9b, 10a dan 10b adalah klasifikasi yang terpisah.
- 3) Ruang-ruang pengolah, ruang mesin, ruang mesin lif, ruang boiler atau sejenisnya diklasifikasikan sama dengan bagian bangunan di mana ruang tersebut terletak.

2.1.1.3 Hubungan Bangunan dan Arsitektur

Dalam Arsitektur, bangunan merupakan suatu unsur yang terdapat di dalamnya. Adapun perbedaan dan persamaan bangunan dan arsitektur sebagai berikut (Jefrihutagalung, 2009) :

a. Persamaan Bangunan dan Arsitektur

Kalau dilihat sekilas, hampir semua ciri yang ada dalam bangunan merupakan ciri arsitektur. Dalam hal fungsi bangunan dan arsitektur memiliki persamaan, yakni untuk memwadhahi manusia dengan segala aktivitas serta peralatannya. Dalam segi bentuk dan ukuran sama-sama memiliki dimensi yang besar yang cukup untuk melingkupi kegiatan manusia dalam tiga dimensi sehingga manusia dan peralatannya dapat diwadahi oleh bangunan atau juga arsitektur. Pada bentukan dan sistem struktur yang digunakan juga merupakan hal yang sama, dan arsitektur memang bangunan yang diberi nilai dan estetika.

b. Perbedaan Bangunan dan Arsitektur

Perbedaan antara bangunan dan arsitektur terletak pada estetikanya, karena perbedaan estetika itu berbeda pula nilai dan tampilannya. Bila bangunan

hanya dinilai dari segi fisik yaitu bahan yang digunakan (kekuatan, keawetan, ketahanan) dan fungsinya. Pada arsitektur tidak hanya itu, arsitektur juga dinilai seni dan keindahannya. Jadi bila pada bangunan dalam posisi dan fungsi yang sama, semakin besar dan semakin kokoh bangunan itu maka harganya akan semakin mahal. Namun pada arsitektur, dapat juga yang lebih kecil walau fungsinya sama mempunyai harga yang lebih mahal karena nilai seni dan keindahannya tinggi. Dengan demikian dalam berarsitektur efisiensi itu sangat diperlukan juga penggunaan teknologi yang mutakhir, untuk mendapat nilai dan seni yang lebih tinggi. Karena harga dari arsitektur tidak hanya dari kegunaan dan kapasitasnya, namun juga dari tampilan dan nilai-nilai arsitektural, yang tidak dimiliki oleh bangunan.

2.1.2 Tinjauan Teori Teknologi

2.1.2.1 Definisi

Pengertian Teknologi sebenarnya berasal dari kata Bahasa Perancis yaitu “La Technique” yang dapat diartikan dengan “Semua proses yang dilaksanakan dalam upaya untuk mewujudkan sesuatu secara rasional”. Dalam hal ini yang dimaksudkan dengan sesuatu tersebut dapat saja berupa benda atau konsep, pembatasan cara yaitu secara rasional adalah penting sekali dipahami disini sedemikian pembuatan atau pewujudan sesuatu tersebut dapat dilaksanakan secara berulang atau *repetisi* (Cheuw, 2009).

Secara umum high-tech adalah sistem penggunaan teknologi tinggi, akan tetapi pada kenyataannya high-tech memiliki pengertian yang tidak terbatas dan tidak hanya dengan memandang high-tech sebagai bentuk penggunaan teknologi

tinggi mengingat perkembangan teknologi selalu mengalami siklus penyempurnaan hingga ke fase yang lebih tinggi (canggih) sehingga pandangan umum ini tidak pernah memunculkan kesimpulan yang pasti dan tepat.

High tech merupakan buah pemikiran modern abad ke-20 yang mempopulerkan penggunaan material industri. Wujudnya dipaparkan dalam buku yang berjudul *High Tech: The Industrial Style and Source Book for The Home* oleh Joan Kron pada tahun 1978. Buku ini menunjukkan bagaimana memadukan produk industri seperti sistem rak gudang dan penutup lantai pabrik untuk sebuah rumah.

Dalam arsitektur sangat banyak digunakan istilah high-tech untuk menginterpretasikan sebuah sistem teknologi yang digunakan pada suatu bangunan dan semakin populer digunakan pada awal 1970 untuk menggambarkan keberhasilan teknologi canggih yang dicapai pada saat itu seperti yang terlihat pada arsitektur Pusat Georges Pompidou, Paris (1972-7) karya Renzo Piano dan Richer Rogers yang memperlihatkan penggunaan material-material kaca dan logam dengan mengekspose secara transparan bentuk bentuk jaringan dalam bangunan serta berbagai fungsi-fungsi layanan seperti escalator, walkways dan ornamen-ornamen di luar gedung (Alpat, 2009).

2.1.2.2 Sifat-sifat Teknologi

Teknologi sebagai ilmu pengetahuan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Alpat, 2009):

1. Obyektif dan universal

Tidak memihak pada suatu aliran tertentu maupun budaya tertentu dan memiliki resiko yang berbeda dengan yang terdahulu.

2. Rasional

Landasan penemuannya adalah berpikir logis.

3. Tegas dan jelas

Sesuai dengan syarat pembuktian secara empiris.

4. Sistematis dan akumulatif

Sifat rasional dan empiris membentuk kerangka pikir yang sistematis.

5. Tumbuh,selalu berkembang

Teknologi akan selalu mengalami perkembangan dan tidak pernah berhenti disebabkan karena sikap kritis dan perkembangan pola pikir manusia yang mendasari perkembangan ini.

6. Terbuka dan jujur

Mekanisme mengutamakan unsur-unsur kebenaran yang telibat diungkap secara jelas sehingga terbuka terhadap kemungkinan penilaian, dukungan ataupun sanggahan.

7. Dinamis dan progresif

Sifat yang senantiasa berkembang dan bergerak selalu meneliti dan mencari serta menemukan hal yang baru.

2.1.3 Teori dan Persyaratan Perancangan

Adapun teori-teori yang digunakan dalam perancangan obyek Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan meliputi teori tinjauan sirkulasi, bangunan tahan gempa, struktur tahan gempa, tinjauan terhadap daerah dataran tinggi, *green building*, *smart building* serta teori yang terkait dengan obyek perancangan.

2.1.3.1 Tinjauan Sirkulasi

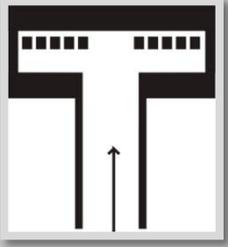
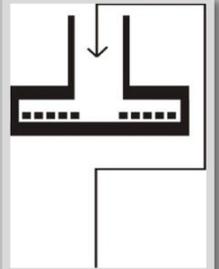
Obyek Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan merupakan bangunan yang mempunyai jenis-jenis tipe bangunan yang berbeda, karena Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan adalah sebuah tempat riset atau penelitian tentang bangunan. Jadi bangunan bukan merupakan bangunan tunggal, melainkan bangunan yang bermassa banyak. Dalam kondisi penataan massa banyak, yang perlu diperhatikan yaitu keadaan sirkulasinya. Beberapa faktor yang mempengaruhi sirkulasi yaitu pencapaian, aksen pintu masuk, pola sirkulasi, hubungan jalur dan ruang, dan bentuk ruang sirkulasi. Berikut ini akan diuraikan penjelasan beberapa faktor yang akan mempengaruhi sirkulasi.

1) Pencapaian

Pencapaian yaitu jalur yang ditempuh untuk mendekati atau menuju ke sebuah obyek atau bangunan. Pencapaian terbagi menjadi 3, yaitu:

Tabel 2.1. Jenis-jenis Sirkulasi Pencapaian

No	Sirkulasi pencapaian	Keterangan	Gambar
1	Pencapaian langsung	Pencapaian langsung merupakan suatu pendekatan yang mengarah langsung ke suatu tempat masuk,	

		melalui sebuah jalan lurus yang segaris dengan alur sumbu bangunan	
2	Pencapaian tersamar	Pencapaian tersamar merupakan pendekatan yang samar-samar, meningkatkan efek perspektif pada fasad depan bangunan dan keseluruhan bangunan	
3	Pencapaian berputar	Pencapaian berputar merupakan jalur berputar memperpanjang urutan pencapaian	

sumber : Ching, 2000: 231

2) Pintu masuk

Dalam obyek bangunan, pintu masuk merupakan bagian yang terpenting. Karena untuk memasuki sebuah bangunan, ruangan atau sejenisnya yang akan melalui tahapan penembusan suatu bidang yang memisahkan area satu dengan yang lainnya. Pintu masuk berperan sebagai aksen yang mempunyai penekanan pada jalur masuk menuju bangunan atau sebuah wilayah.

Penekanan ini dapat diwujudkan dengan pembayangan, gradasi, proporsi, skala, warna, material, tekstur, bentuk langgam, karakter pintu masuk, dan sudut kecondongan. Aksentasi merupakan bagian penting sebuah pintu masuk, karena tujuan yang akan dalam perancangan pintu masuk dan sebagai identitas sebuah pintu masuk.

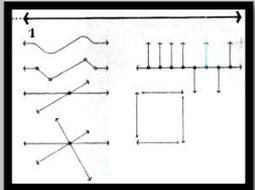
3) Pola sirkulasi

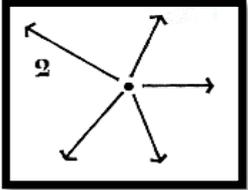
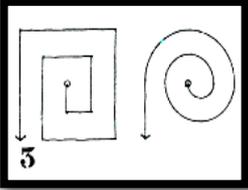
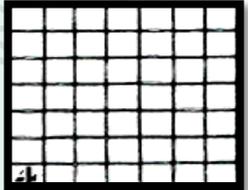
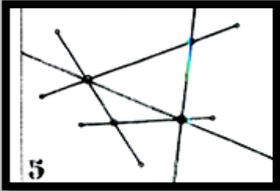
Adapun cara atau pengaturan tata massa tetap menggunakan berbagai pedoman untuk memberikan penataan yang lebih baik. Pedoman-pedoman tersebut yaitu:

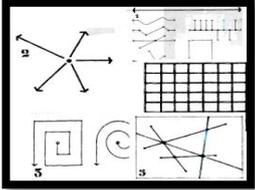
- a. Proporsi
- b. Keseimbangan (*balance*)
- c. Irama (*rhythm*)
- d. Tekanan (*emphasis*)

Bentuk-bentuk tata cara penataan massa yang diterapkan akan membentuk beberapa pola sirkulasi pada sebuah kawasan, pola sirkulasi tersebut yaitu:

Tabel 2.2. Jenis-jenis Pola Sirkulasi

No	Pola Sirkulasi	Keterangan	Gambar
1	Linier	Pola sirkulasi linier merupakan suatu jalan lurus yang mengorganisir atau melingkupi untuk sederetan ruang-ruang sekitarnya.	

2	Radial	Pola sirkulasi radial merupakan jalan lurus yang berkembang dari atau berhenti pada sebuah titik pusat.	
3	Spiral	Pola sirkulasi spiral merupakan jalan tunggal menerus yang berasal dari titik pusat, sehingga mengelilingi titik pusat dengan jarak yang berubah.	
4	Grid	Pola sirkulasi grid merupakan dua pasang jalan sejajar yang saling berpotongan pada jarak yang sama dan membentuk ruang segi empat.	
5	Jaringan	Pola sirkulasi jaringan merupakan jalan yang menghubungkan titik-titik tertentu dalam ruang.	

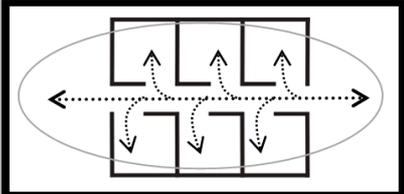
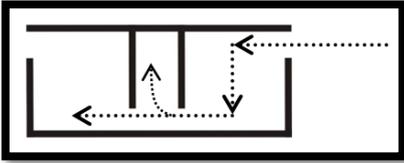
6	Komposit	Pola sirkulasi komposit merupakan kombinasi keseluruhan pola jalur sirkulasi.	
---	----------	---	---

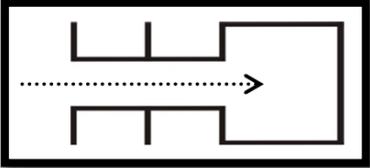
sumber : Ching, 2000: 253

4) Hubungan Jalur dan Ruang

Hubungan jalur dan ruang merupakan dua aspek yang saling terkait, dimana ruang menjadi sebagai obyek yang membutuhkan subjek yaitu jalur yang menghubungkan ruang satu dengan ruang yang lainnya. Berikut penjelasan dari beberapa pola hubungan jalur dan ruang yaitu:

Tabel 2.3. Jenis-jenis Hubungan Jalur dan Ruang

No	Hubungan jalur	Keterangan	Gambar
1	Melalui ruang	Kesatuan tiap ruang dipertahankan, konfigurasi jalan yang fleksibel, dan menghubungkan jalan dan ruang.	
2	Menembus Ruang	Jalan dapat menembus sebuah ruang menurut sumbunya dan dapat menimbulkan ruang istirahat.	

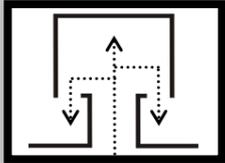
3	Berakhir dalam ruang	Lokasi menentukan jalan, fungsional dan simbolis.	
---	----------------------	---	--

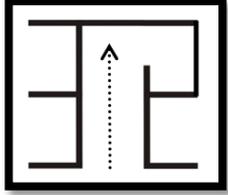
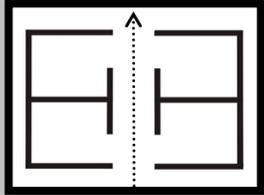
sumber : Ching, 2000: 264

5) Bentuk Ruang sirkulasi

Ruang-ruang pergerakan membentuk suatu kesatuan bagian dari organisasi bangunan yang cukup besar (Ching, 2000: 268). Karena dalam skala suatu ruang, sirkulasi harus dapat menampung gerak pengunjung waktu berkeliling, berhenti sejenak, beristirahat, atau menikmati sesuatu yang dianggap menarik. Berikut jenis-jenis bentuk ruang sirkulasi:

Tabel 2.4. Jenis-jenis Bentuk Ruang Sirkulasi

No	Ruang sirkulasi	Keterangan	Gambar
1	Tertutup	Membentuk galeri umum atau koridor pribadi yang berkaitan berkaitan dengan ruang-ruang yang dihubungkan melalui pintu-pintu pada bidang dinding.	
2	Terbuka pada kedua sisinya	Membentuk balkon atau galeri yang memberikan kontinuitas visual dan kontinuitas ruang	

		dengan ruang-ruang yang dihubungkannya.	
3	Terbuka pada kedua sisinya	Membentuk deretan kolom untuk jalan lintas yang menjadi sebuah perluasan fisik dari ruang yang ditembusnya.	

sumber : Ching, 2000: 269

2.1.3.2 Tinjauan Bangunan Tahan Gempa

Gempa bumi adalah getaran di tanah yang disebabkan oleh gerakan permukaan bumi. Gerakan ini dapat menyebabkan kerusakan pada gedung, jembatan, jalan, perumahan sampai dengan perubahan permukaan tanah, bahkan mengakibatkan hilangnya banyak nyawa manusia. Tebal tipisnya lapisan tanah, keras atau lembeknya lapisan tanah dan sifat tanah dan kondisi geologis tanah (*Geological setting*), dipengaruhi kondisi tanah tersebut akan berdampak terhadap kerusakan bangunan. Karena disebabkan adanya rambatan getaran gempa secara vertikal atau horisontal. (Mistra, 2007: 7-13). Dari penjelasan diatas, proses gempa bumi merupakan suatu peristiwa yang sangat kompleks. Karena jika saat terjadi gempa bumi, yang timbul tidak hanya gaya vertikal dan gaya horisontal, melainkan gaya dari seluruh arah yang tidak tentu.

Terdapat dua jenis gempa, yaitu gempa tektonik dan gempa vulkanik.

a. Gempa Tektonik, terjadi di dalam kulit bumi terus-menerus terjadi proses geologis yang mengakibatkan terkonsentrasi dan terkekangnya tegangan-tegangan serta regangan-regangan dalam waktu geologis sehingga akan menghasilkan perubahan-perubahan pembentukan pegunungan. Gempa tektonik mempunyai gelombang gempa yang besar dan terjadi berulang-ulang serta tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi.

b. Gempa Vulkanik, disebabkan apabila sebuah gunung merapi meletus, letusannya dapat “mengalirkan” gelombang-gelombang yang dapat dicatat oleh alat seismograf. Gelombang gempa vulkanik masih dapat diprediksi kapan akan terjadi dan getaran gelombang tidak besar, sehingga tidak menimbulkan kerusakan parah kapan akan terjadi.

1) **Intensitas Gempa**

Dampak yang ditimbulkan saat gempa bumi terjadi yaitu sebagian rusaknya beberapa bangunan. Para ahli melakukan pengamatan terhadap derajat kerusakan terhadap bangunan untuk menentukan skala intensitas yang terjadi. “skala Richter” (lengkapinya Charles F. Richter) merupakan satuan yang menjadi pedoman masyarakat umum mengenal besar kecilnya getaran gempa bumi. Richter telah membuat sebuah sistem pengkuruan kekuatan gempa dan tingkat kerusakannya seperti yang terlihat di tabel berikut:

Tabel 2.5. Daftar Intensitas Gempa Pada Skala Richter

No	Kekuatan	Keterangan	Jumlah Rata-rata/ tahun	Intensitas Dekat Episentrum
1	0 – 1,9	-	700.000	Tercatat, tapi tidak terasa
2	2 – 2,9	-	300.000	Tercatat, tapi tidak terasa
3	3 – 3,9	Kecil	40.000	Dirasakan oleh sedikit orang
4	4 – 4,9	Ringan	6.200	Dirasakan oleh banyak orang
5	5 – 5,9	Sedang	800	Agak merusak
6	6 – 6,9	Kuat	120	Merusak
7	7 – 7,9	Besar	18	Sangat merusak
8	8 – 8,9	Dahsyat	1 dalam 10 – 20 tahun	Menghancurkan

sumber : Mistra, 2007: 16

Dari daftar tabel di atas, bisa terlihat kekuatan yang bisa merusak bangunan, dari nomor 5 sampai 8 merupakan kekuatan intensitas gempa yang bisa merusak bangunan. Tentunya dengan dampak yang berbeda-beda.

2) Acuan Desain yang Dipakai Bangunan saat ini

Saat ini desainer struktur bangunan jarang memasukkan perhitungan tahan gempa dalam merencanakan sebuah bangunan, padahal perhitungan tahan gempa juga harus dipertimbangkan karena Indonesia mempunyai kondisi geologis yang rawan terjadi gempa. Desainer hanya berpatokan pada struktur-struktur yang

sudah dipakai oleh masyarakat dalam membangun, spesifikasinya sebagai berikut (Mistra, 2007:15) :

1. Desain kolom rata dengan dinding, ketebalan struktur hanya 13 cm.
2. Pondasi memakai pondasi batu kali.
3. Untuk rumah tinggal tidak bertingkat, mutu beton tidak jelas karakteristiknya.
4. Rangka atap menggunakan kayu dan baja ringan.
5. Penutup atap menggunakan genteng tanah, genteng beton, dan genteng metal.
6. Dinding terbuat dari batu bata merah, bata hebel atau celcon, dan batako.
7. Dinding ada yang diplester dan ada yang tidak diplester.

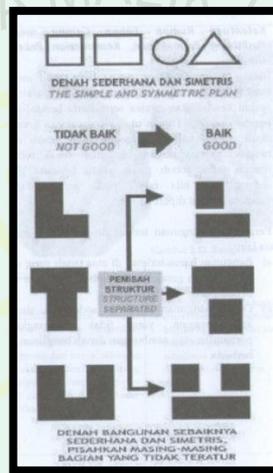
Dari perimbangan spesifikasi di atas, banyak bangunan yang tidak bisa menahan getaran gempa bumi, karena disaat membangun atau struktur yang digunakan hanya berdasarkan perkiraan saja, tanpa adanya perhitungan struktur yang tepat untuk menahan getaran gempa bumi.

3) Ketentuan Rumah Tahan Gempa menurut Puslitbang Permukiman, Kementrian Pekerjaan Umum

Maksud dari bangunan yang tahan gempa yaitu meminimalkan resiko kerugian penghuni dan sekitarnya. Dalam hal ini yakni keselamatan nyawa serta harta benda akibat bencana gempa bumi. Adapun tujuan utama persyaratan konstruksinya adalah bahwa bangunan tidak rusak dalam bencana gempa ringan, bangunan rusak sebagian namun tidak roboh pada waktu bencana gempa sedang,

dan bila roboh pada gempa dahsyat, bangunan dapat diperbaiki lagi, persyaratan bangunan terkait beban gempa antara lain (Sedayu, 2010: 99):

- a. Bangunan harus terletak di atas tanah yang stabil, bukan tanah gerak, tanah lembek, atau pun tanah berlempung.
- b. Denah bangunan sebaiknya sederhana, simetris, atau seragam, yang tidak memungkinkan pertemuan atau sambungan denah bangunan yang berbeda.

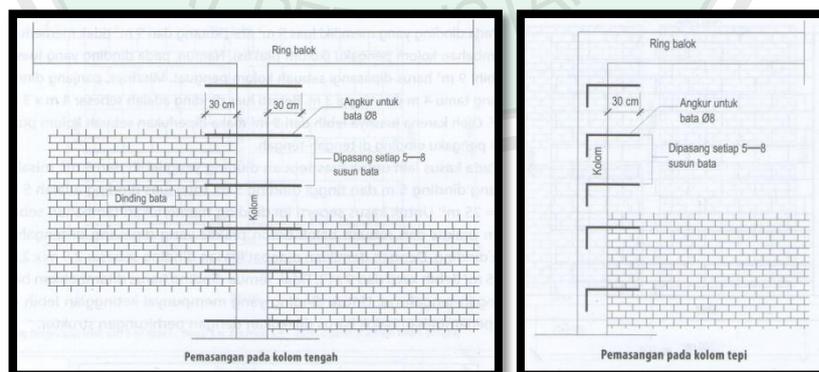


Gambar 2.1. Bentuk Denah Bangunan yang Baik dan Tidak Baik terhadap Gempa

(Sumber: Puslitbang Permukiman, Kementerian PU, 2008 dalam Sedayu, 2010: 100)

- c. Pondasi diikat kaku dengan balok pondasi (sloof) sehingga kaku dan tidak bergeser tempat antara pondasi dengan sloof.
- d. Pada setiap luasan dinding 12 m², harus dipasang kolom, dapat menggunakan bahan kayu beton bertulang, baja, pilaster, ataupun bambu, kolom diikat kaku dengan sloof.
- e. Kolom juga terikat kaku ke dalam pondasi, untuk pondasi batu kali tulangan kolom masuk ke dalam batu kali sedalam 30 cm.

- f. Harus dipasang balok keliling yang diikat kaku dengan kolom.
- g. Keseluruhan kerangka bangunan harus terikat secara kokoh dan kaku.
- h. Gunakan kayu kering sebagai konstruksi kuda-kuda, pilih bahan atap yang seringan mungkin dan ikat kaku dengan kontruksi kuda-kuda.
- i. Bahan dinding pilih yang seringan mungkin, papan, papan berserat, papan lapis, bilik, ikat bahan dinding dengan kolom.
- j. Bila bahan dinding menggunakan pasangan bata/batako, perhatikan mutu bahan bata/batako, bahan yang tidak patah dan berbunyi nyaring ketika diadukan. Pada setiap vertikal 30 cm, pasangan diberi angkur yang dijangkarkan ke kolom, panjang angkur 50 cm. dengan diameter 6 mm. Pemasangan angkur dilakukan setelah bekesting dipasang. Angkur dapat memakai besi berdiameter 8 mm. Panjang dari tepi kolom minimal 30 cm. Angkur dipasang pada kolom yang akan dipasang dinding bata. Jarak pemasangan antara angkur adalah pada setiap 5-8 susun pasangan batu bata (Mistra 2007: 68).



Gambar 2.2. Pemasangan Angkur Dinding Pada Kolom
(Sumber: Mistra, 2007: 69)

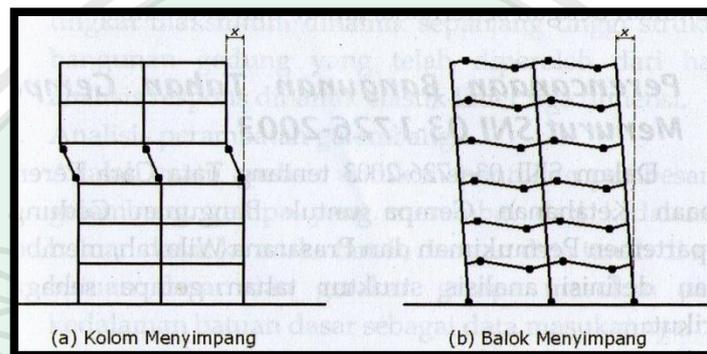
- k. Perhatikan bahan spesi/adukan, setiap jenis tras, pasir, atau semen mempunyai sifat khusus, sebaiknya perbandingan campuran mengikuti standar yang ada.
- l. Demikian pula pemilihan perbandingan campuran bahan beton, sebaiknya mengikuti standar atau peraturan yang telah ditentukan.
- m. Pada bagian pelaksanaan konstruksi, hendaknya dilakukan oleh orang yang cukup mempunyai keahlian dan berpengalaman.

Dari beberapa persyaratan tersebut, dapat digunakan sebagai acuan dalam perancangan bangunan yang tahan gempa meskipun bangunan dalam skala yang kompleks.

2.1.3.3 Tinjauan Struktur Tahan Gempa

Dalam tinjauan struktur ini yaitu struktur bangunan yang rata-rata menggunakan struktur beton yang tentunya tahan terhadap gempa. Beban gempa dalam perencanaan struktur beton merupakan beban yang khusus atau beban yang abnormal yang kejadiannya dapat terjadi sekali dengan skala yang sangat besar selama layan struktur bangunan tersebut (Vis dan Kusuma, 1993: 237 dalam Sedayu, 2010: 148). Pada daerah rawan gempa, perencanaan struktur beban dalam *Limit State* (batas keadaan) desainnya yaitu *Capacity Design* yang berarti ragam keruntuhan struktur akibat gempa yang besar ditentukan lebih dahulu dengan elemen-elemen kritisnya dipilih sedemikian rupa agar mekanisme keruntuhannya dapat memancarkan energi sebesar-besarnya (Sedayu, 2010: 149).

Elemen-elemen kritis harus dapat dijamin pembentukannya secara sempurna. Sehingga elemen-elemen lainnya harus direncanakan khusus, agar lebih kuat dibandingkan dengan elemen-elemen kritis. Salah satu filsafat yang dikenal dalam perencanaan *Capacity Design* disebut kolom kuat balok lemah, seperti pada gambar berikut ini (Sedayu, 2010: 149):



Gambar 2.3. Perencanaan *Capacity Design*
(Sumber: Vis dan Kusuma, 1993: 238 dalam Sedayu, 2010: 149)

Sesuai sifat-sifat beban gempa yang merupakan beban yang sangat tidak dapat diperkirakan baik besarnya, maupun arahnya. Dalam struktur, besar gaya gempa sangat ditentukan oleh perilaku struktur itu sendiri. Gaya horisontal, gaya vertikal dan momen torsi yang terjadi sangat bergantung pada waktu getar struktur dan eksentrisitas antara pusat kekakuan struktur dengan pusat massa struktur (Vis dan Kusuma, 1993: 237 dalam Sedayu, 2010: 149).

Agar gaya-gaya gempa yang diperhitungkan tidak terlalu besar, arahnya cukup dapat diperkirakan, dan distribusi gaya-gayanya dapat dilakukan secara sederhana. Ketentuan-ketentuan yang perlu diperhatikan dalam perencanaan struktur beton di daerah gempa yaitu (Sedayu, 2010: 150):

- 1) Tata letak struktur
- 2) Desain kapasitas
- 3) Pendetilan struktur

Persyaratan-persyaratan tersebut jika diterapkan, maka perencanaan struktur beton di daerah gempa dapat dilakukan dengan sederhana, aman, dan ekonomis.

2.1.3.4 Tinjauan Terhadap Daerah Dataran tinggi

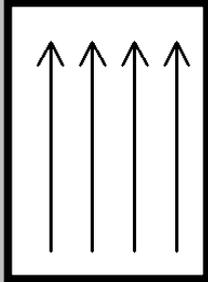
Dalam tinjauan terhadap daerah dataran tinggi ini merupakan tinjauan terhadap lokasi tempat perancangan, karena Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan terletak di Malang yang merupakan daerah dataran tinggi. Masalah yang timbul dari daerah dataran tinggi yaitu masalah angin. Angin berpengaruh terhadap bangunan atau disebut juga dengan beban angin (*Wind Load*).

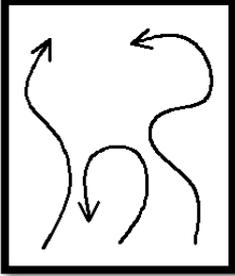
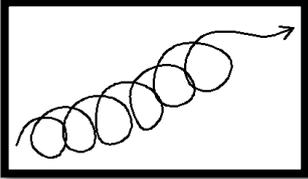
Beban Angin (*Wind Load*) adalah beban yang disebabkan oleh gerakan dan tekanan angin dengan segala arah dan kecepatannya. Selain beban yang diakibatkan gempa, angin tergolong beban dinamik sebab tidak dapat diperkirakan secara pasti dan mutlak arah dan intensitasnya sama halnya dengan beban gempa. Angin yang menerpa bangunan disebabkan oleh perbedaan atau selisih tekanan udara, sehingga angin disebut sebagai udara yang bergerak. Tekanan tiup angin minimum sebesar 25 Kg/m^2 , sedangkan tekanan tiup angin rata-rata yang menerpa bangunan di Indonesia sebesar 150 Kg/m^2 (menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung-PPIUG, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah Tahun 1991).

Menurut Hiroshi Sato (Kepala divisi Struktur Bangunan Lembaga Penelitian Pekerjaan Umum, Kementerian Konstruksi, Asahi 1, Tsukuba-shi, Ibrakai-ken, Jepang) tahun 1998 memberi ketentuan tentang beban angin sebagai berikut:

- 1) Aksi angin akan mempengaruhi bangunan berperilaku sebagai berikut:
 - a. Kekuatan berlebihan, tegangan atau deformasi bangunan atau elemen-elemennya.
 - b. Tegangan dinamik berulang atau deformasi yang menyebabkan kelelahan bangunan atau elemen-elemennya.
 - c. Ketidakstabilan sifat elastisitas bahan terhadap angin.
 - d. Pergerakan dinamik yang berlebihan yang menyebabkan kurang nyaman bagi penghuni bangunan.
- 2) Menurut arahnya angin dibedakan menjadi 3 arah angin, yaitu:

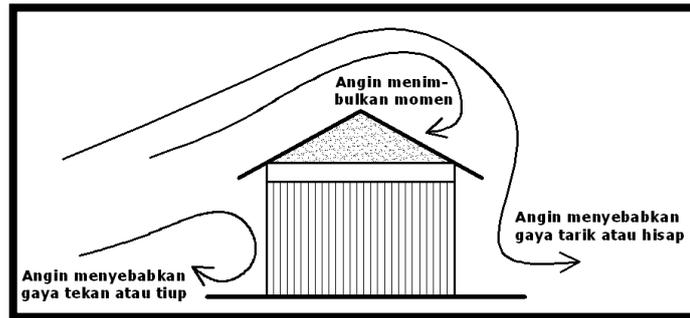
Tabel 2.6. Jenis-jenis Arah Angin

No	Arah Angin	Keterangan	Gambar
1	<i>Flow</i>	aliran angin lurus ada yang bertekanan lembut (rendah), medium, dan tinggi.	
2	<i>Turbulence</i>	aliran angin yang tidak teratur baik dengan tekanan lembut	

		(rendah), medium, maupun tinggi.	
3	<i>Tunnel Direct</i>	aliran angin secara longitudinal dengan membentuk terowongan (<i>tunnel</i>) angin dengan tekanan lembut (rendah), medium, dan tinggi.	

sumber : Sato, 1998

- 3) Dalam sekali bergerak angin dapat menyebabkan 3 jenis gaya sekaligus, yakni :
- Gaya tekan atau tiup (*Push Force*) adalah gaya tegak lurus atau gaya transversal berupa geser berupa tekan (mendekati obyek).
 - Gaya tarik atau hisap (*Pull Force*) adalah gaya tegak lurus atau transversal berupa gaya geser berupa tarik (menjauhi obyek).
 - Momen gaya (*Moment*) adalah gaya yang menyebabkan obyek bangunan berputar atau mengalami rotasi terhadap tumpuan.

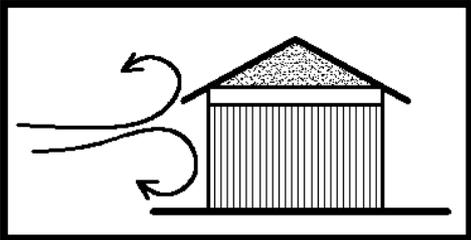
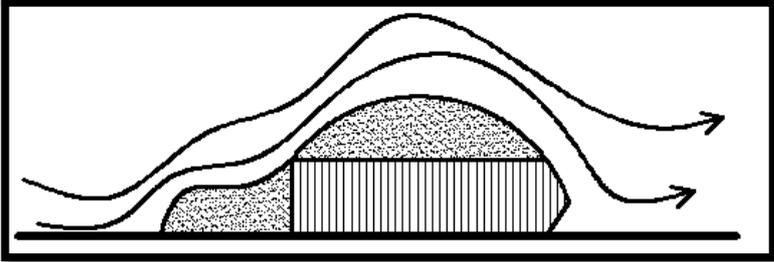


Gambar 2.4. Tiga jenis gaya akibat gerakan angin
(Sumber :Sato, 1998)

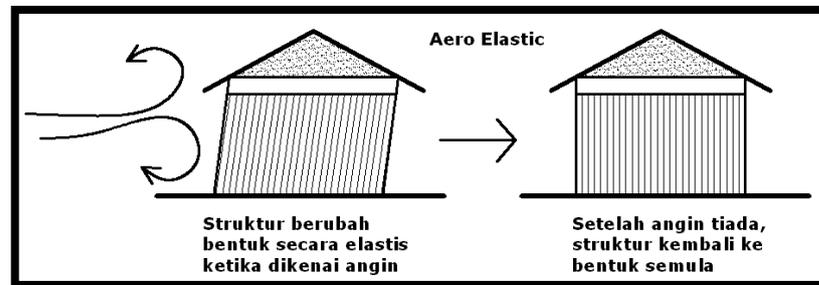
- 4) Bangunan memiliki beberapa perilaku akibat beban angin, antara lain:
 - a. *Gust response* adalah respon atau tanggapan seluruh komponen struktur bangunan berupa getaran yang terjadi secara bergantian dan berurutan yang teratur.
 - b. *Flutter* adalah respon atau tanggapan sebagian komponen struktur bangunan berupa getaran secara serentak dengan tidak teratur.
 - c. *Galloping* adalah respon atau tanggapan sebagian komponen struktur bangunan berupa getaran secara serentak dengan teratur.
 - d. *Vortex-induced Vibration* adalah respon atau tanggapan komponen struktur bangunan berupa getaran memusat atau getaran membentuk pusaran.

- 5) Untuk mengantisipasi dahsyatnya beban angin dan kerusakan struktur bangunan karenanya, maka perlu rancangan bangunan sebagai berikut:

Tabel 2.7. Jenis-jenis Rancangan Bangunan

No	Rancangan Bangunan	Keterangan
1	<i>Aero Fixed Static</i>	kondisi bangunan secara tetap dan kaku dapat menahan beban tekanan angin. Perkuatan yang dilakukan adalah dengan memperkaku sambungan antar elemen struktur dan memperkuat material bangunan.
 <p data-bbox="751 987 987 1021"><i>Aero Fixed Static</i></p>		
2	<i>Aero Dynamic</i>	memberikan efek lengkung pada bentuk bangunan yang dapat mengikuti arus dan aliran angin sehingga angin bukan untuk dihadap namun beban diteruskan dan dialihkan. Perkuatan tumpuan (sambungan) dan material bangunan bukan prioritas utama.
 <p data-bbox="767 1765 962 1798"><i>Aero Dynamic</i></p>		
3	<i>Aero Elastic</i>	teknik perkuatan struktur terhadap beban angin dengan menggunakan material dan tumpuan (sambungan) elastis)

sehingga memungkinkan struktur bangunan memiliki sifat dan karakteristik elastisitas yang baik.



Aero Elastic

sumber : Sato, 1998: 17-18

Beban angin juga (*Wind Load*) harus tetap diperhatikan, baik di dataran tinggi maupun dataran rendah. Karena angin merupakan masalah terhadap sebuah bangunan.

2.1.3.5 Tinjauan Obyek Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan

Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan merupakan obyek yang kegiatannya dominan adanya penelitian, yang tentunya dikhususkan dalam penelitian tentang bangunan. Nantinya diharapkan bisa memberikan solusi terhadap bangunan yang sesuai dengan kondisi geologis Indonesia. Adapun faktor penunjang dalam kegiatan yang ada dalam Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan yaitu adanya laboratorium sebagai media penelitian. Jenis-jenis laboratorium yang ada yaitu:

1) Laboratorium Material

Laboratorium material mampu melakukan pemeriksaan dan pengujian material mekanikal. Peralatan laboratorium, termasuk pemeliharaan,

pengembangan peralatan dan pelatihan petugas laboratorium. Pengujian yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut (<http://www.plnjtk.co.id>, 2003):

- a. Pengujian cacat retak antara lain : material main journal, *crankpin*, *main bearing*, *trust bearing*, *baut turbine casing*, *baut bearing cap* dan katup utama, sudu kompresor, *first stage nozzle*, *combustion chamber*, *transition piece*, dan *baut fondasi*.
- b. Pengujian kekerasan material, dimensi, dan kesejahtraan antara lain : *main journal*, *crankpin journal*, *conrod (big end)*, *main bearing cap* dan katup utama.
- c. Pengujian *oscillation main journal*, *defleksi crankshaft*, dan material *bearing shell*.
- d. Pengujian kekerasan permukaan *main journal* dan *crankpin journal*.
- e. Pengujian replika teknik, ketebalan dan pengelasan untuk *residual life boiler analysis* dan analisis kekuatan material pipa pesat.
- f. Pengujian *macro* dan *micro metallography*.
- g. Uji tarik, uji puntir, uji lengkung, uji tekan, dan uji *creep*.

2) Laboratorium Teknologi Material dan Struktur

Labaratorium ini digunakan untuk mengetahui tentang keteknologian material terhadap bangunan jika apabila nanti diterapkan dalam pembangunan. Pengujian keteknologian struktur, karena ini terkait dengan struktur yang bagaimana yang tahan terhadap gempa bumi.

3) Laboratorium Struktur Bambu

Laboratorium struktur bambu digunakan sebagai penelitian jenis-jenis bambu yang terdapat di Indonesia. Penelitian ini awal dalam pengembangan yang berlanjut, misalnya apabila diterapkan dalam bangunan. Bambu merupakan salah satu jenis material yang tahan terhadap gempa, tetapi dengan skala yang lebih kecil, dengan adanya Laboratorium struktur bambu bisa membantu dalam pengembangan struktur bambu di Indonesia yang kaya dengan jenis-jenis tanaman bambu.

4) Laboratorium Perkembangan Bangunan (Arsitektur Nusantara)

Laboratorium perkembangan bangunan ini merupakan laboratorium yang terkait dengan perkembangan bangunan arsitektur nusantara Indonesia (<http://prospektus.its.ac.id>).

5) Laboratorium Perkembangan Bahan

Laboratorium ini berfungsi sebagai penguji coba bahan-bahan yang baru, karena seiring dengan perkembangan waktu yang tidak menutup kemungkinan perkembangan bahan juga terjadi. Laboratorium perkembangan bahan untuk menyaring jenis-jenis bahan yang cocok dengan bangunan di Indonesia yang terjadi dalam perkembangan bahan saat ini.

6) Laboratorium Kayu

Metode pengujian di laboratorium kayu ini mencakup tentang persyaratan, ketentuan dan cara pengujian kayu dengan benda uji kecil, bebas cacat untuk jenis kayu kering udara. Metode ini dimaksudkan sebagai acuan

dalam pengujian kuat geser kayu sejajar serat dengan tujuan memperoleh nilai kuat sejajar serat kayu (SNI 03-3400, 1994).

Benda uji kecil bebas cacat adalah benda uji kayu yang bebas dari mata kayu, gubal retak lubang, jamur, rapuh dan tidak memuntir. Benda uji harus memenuhi ketentuan berikut ini:

- a. Ukuran dan bentuk benda uji
- b. Ketelitian penampang benda uji
- c. Kadar air maksimum 20%
- d. Diuji pada bidang tangensial dan radial

Adapun peralatan yang digunakan dalam pengujian yaitu (Standart Nasional Indonesia no 03-3400, 1994):

- a. Mesin uji geser
- b. Alar pengukur waktu
- c. Alat pengukur, dan jangka sorong
- d. Alat ukur deformasi

7) Laboratorium Teknologi Beton

Laboratorium teknologi bahan beton ini dipergunakan diantaranya untuk pemeriksaan dan mengenal sifat-sifat bahan penyusun beton, perencanaan campuran beton segar di lapangan serta melaksanakan pengujian beton di laboratorium menurut S.K. SNI 1991. Laboratorium ini selain dipergunakan untuk sarana penelitian mahasiswa, dosen, serta pelayanan konsultasi Teknik (Jasa) bidang teknologi bahan dan beton.

Peralatan yang dimiliki untuk pelaksanaan kegiatan praktikum tersebut sudah memenuhi standar peralatan praktikum Teknologi beton, antara lain : *Laboratory Concrete Mixer, Concrete Testing Machine, Slump Test, Electric Vibrator Laboratory, Modulus Of Elasticity in Concrete Test, Capping Compound Warmer, Concrete Flow Table Hand, Sieve Brass Analysis, Sieve Shaker Electric, Density Basket, Heavy Duty Solution Balance, Mortar Mixer, Vicat Apparatur Test, Oven* dan lain-lain. Peralatan tersebut digunakan untuk:

- a. Pemeriksaan bahan susun beton
- b. Perencanaan campuran beton
- c. Pemeriksaan dan pengujian beton
- d. Menentukan kuat hancur beton pada umur 28 hari

8) Laboratorium Baja

Laboratorium baja menyediakan fasilitas penelitian, dan melakukan pekerjaan pengujian, konstruksi yang terkait dengan material baja. Laboratorium baja juga merupakan pusat kompetensi untuk semua bahan bangunan. Sebagai tempat meneliti maupun menguji bahan konstruksi yang sering digunakan yaitu besi atau baja yang sesuai persyaratan besi atau baja SNI. Pelayanan laboratorium baja meliputi pengujian bahan bangunan, tes struktur atau elemen struktural di laboratorium dan evaluasi struktur. Selain pengujian laboratorium baja ini juga melayani penelitian masyarakat umum dan juga penelitian kerjasama dengan produsen bahan (<http://www.mafiosodeciviliano.com>, 2011).

9) Laboratorium Mekanika Tanah dan geologi Tanah

Laboratorium ini dipergunakan untuk penyeledikan tanah sehingga dapat mengetahui dan mengenal sifat-sifat fisik dan jenis tanah di laboratorium, baik dalam keadaan asli (*undisturbed*) maupun keadaan terganggu (*disturbed*) serta melakukan pengujian dan pemeriksaan tanah di lapangan. Laboratorium ini selain dipergunakan praktikum dalam mata kuliah juga dipergunakan untuk sarana penelitian mahasiswa, dosen, serta pelayanan konsultasi Teknik (jasa) bidang mekanika tanah.

Untuk menunjang kegiatan praktikum tersebut peralatan yang dimiliki sudah memenuhi standar peralatan praktikum Laboratorium Mekanika Tanah antara lain: *Hand Bor, Standart Penetration Test, Sample extruder, Dutch Cone Penetrometer/Sondir, Sand Cone Test, Rubber Ballon Test, Sieve Shaker, Hydrometer Analysis Test, Compaction test, Atterberg Limit Test, Laboratory CBR Test, Unconfined, Compression Machine, Consolidation Test, Permeability Test, Direct Shear Test* dan lain-lain. Peralatan tersebut digunakan untuk:

- a. Pengambilan sample dengan Bor
- b. Pengujian tanah dengan alat sondir
- c. Pemeriksaan tanah dengan Sand Cone
- d. Pemeriksaan kadar air tanah
- e. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah
- f. Analisa butiran tanah (analisa saringan dan hydrometer test)
- g. Pemeriksaan konsistensi tanah (batas-batas Atterberg)
- h. Pengujian kepadatan tanah (standart dan modified)

- i. Pengujian Tekan Bebas Tanah
- j. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) lapangan
- k. Pengujian geser tanah
- l. Pengujian Konsolidasi Tanah
- m. Pengujian Permeabilitas Tanah

10) Laboratorium Ilmu Ukur Tanah

Kegiatan pada Laboratorium Ilmu Ukur Tanah ialah melaksanakan praktikum Ilmu Ukur Tanah sebagai sarana penunjang bagi mahasiswa agar mampu melakukan pengukuran sudut dan beda tinggi pada suatu lokasi serta dapat membuat peta situasi dari suatu daerah secara tepat dan akurat. Peralatan yang dimiliki adalah *Waterpas*, *Theodolite* (manual dan digital), Bak Ukur, dan Yallon. Laboratorium ini dipergunakan untuk sarana penelitian mahasiswa, dosen, serta pelayanan konsultasi Teknik (jasa) bidang survey.

11) Laboratorium Hidrologi

Laboratorium Hidrolika dilengkapi dengan fasilitas/peralatan antara lain : Saluran Tertutup dan terbuka, Staff Ponit Gauge. Basic Hidraulic Bench, Dead Weight Calibrator, Hydrostatic Pressure, Flow Over Weirs, Bernaulli Therm Demonstration, Osborne Reynold Demostrasion, Flowmeter Demontrasion, Velocity Meter, dan Analogue Indikator. Laboratorium ini dipergunakan untuk sarana penelitian mahasiswa maupun dosen serta pelayanan konsultasi Teknik (jasa) bidang perairan.

12) Laboratorium Simulasi Model

Laboratorium simulasi model merupakan laboratorium yang dipergunakan dalam pengujian terhadap tiruan obyek yang diteliti, yang tentunya berbentuk 3 dimensi dengan berbagai skala tertentu. Simulasi model ini berfungsi sebagai uji coba bangunan terhadap getaran yang disamakan dengan prinsip-prinsip getaran gempa bumi.

Dari beberapa jenis-jenis laboratorium di atas, merupakan sebagai acuan dalam perancang Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan yang menekankan bangunan yang tahan terhadap gempa dan kegiatan-kegiatan di dalamnya juga yang terkait dengan masalah bangunan di Indonesia yang rawan terhadap gempa.

2.2 Tinjauan Tema

Dalam suatu proses desain atau perancangan, tema merupakan salah satu bagian dalam melakukan perancangan. Tema tersusun dari beberapa unsur yang bergabung menjadi satu kesatuan yang mempunyai nilai sesuai tema. Dalam perancangan tema, merupakan acuan untuk menghasilkan suatu konsep dan sekaligus menjadi batasan dalam perancangan. Tema juga berperan terhadap konsep yang telah dihasilkan yang jelas dan terarah dan nantinya akan digunakan dapat perancangan akhir. Pada perancangan Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan ini menggunakan tema "*High-tech Architecture*".

2.2.1 Latar Belakang Tema

Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan merupakan salah satu obyek yang memiliki peran dalam pembangunan di Indonesia. Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan mempunyai fungsi sebagai wadah untuk orang-orang ahli konstruksi dan

akademisi yang ingin melakukan penelitian tentang struktur bangunan. Kondisi geologis Indonesia yang merupakan pertemuan tiga lempeng litosfer (*zona geologi*) menjadi kecemasan sendiri bagi masyarakat karena dengan kondisi geologis seperti itu, akan terjadi rawan bencana gempa bumi. Sekarang ini Indonesia sudah mempunyai obyek yang bisa dijadikan sebagai penelitian masalah bangunan, yaitu Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan (LPMB) di Bandung. Tetapi peran LPMB terhadap pembangunan di Indonesia saat ini masih belum maksimal, karena masih sekedar memberikan definisi tentang struktur bangunan dan menerbitkan peraturan-peraturan standar beton yang biasanya mengadopsi peraturan internasional (*code standar internasional*) yang disesuaikan dengan kondisi bahan dan jenis bangunan di Indonesia (Mulyono, 2003: 2-3). Sesuai dengan penjelasan di atas, LPMB hanya masih mempertimbangkan kondisi bahan dan jenis bangunannya saja, tanpa mempertimbangkan kondisi geologis di Indonesia.

Pemilihan tema ini didorong dengan kondisi geologis Indonesia seperti saat ini. Semua itu sebagai pertimbangan untuk menerapkan tema *High-tech Architecture* dalam perancangan Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan yang nantinya bisa menghasilkan rancangan bangunan tahan gempa, yang berbeda dengan LPMB. Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan sekaligus sebagai implementasi atau contoh bangunan tahan gempa yang tentunya sesuai dengan geologis Indonesia, serta memiliki identitas khusus dan wajah yang lebih baru dibandingkan dengan bangunan-bangunan lain yang pernah ada sebelumnya.

Seiring perkembangan dan persaingan global seperti saat ini, penemuan-penemuan mutakhir dan inovasi terbaru lahirnya bangunan-bangunan yang dapat bermanfaat di masa kini dan yang akan datang yang tentunya dapat memudahkan pengguna atau user (memanusiakan manusia). *High-tech Architecture* menjadikan Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan memiliki wajah baru dengan penonjolan kecanggihan teknologi tinggi yang tentunya kecanggihan yang bermanfaat bagi manusia. Serta tidak melupakan keindahan dan fungsi bangunan. Dukungan fasilitas kenyamanan bangunan ataupun lingkungan, keamanan yang optimal menjadikan pemakai lebih senang untuk mempergunakan obyek yang bermanfaat bagi masyarakat umum.

Walaupun perkembangan dan kemajuan teknologi selalu mengalami perubahan yang tidak tentu, baik positif maupun negatif, seharusnya masih tetap dalam prinsip-prinsip yang terdapat dalam syariah islam. Sehingga bangunan-bangunan yang modern tetap mempertimbangkan nilai-nilai keislaman yang menjadikan manusia dapat selalu mengingat Allah SWT. Oleh karena itu, hidup di dunia harus memiliki kewajiban untuk selalu menjaga dan mengatur dunia menjadi lebih baik serta menerapkan nilai-nilai keislaman baik itu perbuatan ataupun ibadah. Semua ini dapat menjadikan manusia untuk selalu beriman kepada Allah SWT, bertaqwa dan mensyukuri segala nikmat-nikmat-Nya.

Dengan demikian, sebelum melakukan perencanaan dan perancangan bangunan, seharusnya mengetahui aspek-aspek dalam perancangan Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan. Sehingga nantinya bisa berfungsi dan bermanfaat maksimal bagi manusia dan tidak lepas dari nilai-nilai keislaman.

Tema *High-tech Architecture* dalam obyek Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan identik dengan bangunan arsitektur yang menggunakan kecanggihan teknologi tinggi dalam bidang struktur dan lingkungan yang baik. Tidak hanya mengedepankan teori-teori dalam arsitektur saja, melainkan nantinya Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan dengan menggunakan tema *High-tech Architecture* lebih diarahkan ke dalam perancangan yang diintegrasikan dengan nilai-nilai keislaman dalam tema *High-tech Architecture*. Sehingga nantinya Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan memiliki kecanggihan teknologi yang tinggi yang berdasarkan dengan nilai-nilai keislaman.

2.2.2 Sejarah Perkembangan

Dalam sejarah perkembangannya istilah *high-tech* masih tetap digunakan sejak pertama kali muncul pada awal 1970-an hingga sekarang dengan perkembangan teknologi yang semakin tinggi dan kompleks (canggih) hal ini memperlihatkan tidak adanya kelas khusus sebuah teknologi untuk dikatakan sebagai *high-tech* mengingat perkembangan teknologi selalu bergeser dari waktu ke waktu, namun berdasarkan sejarahnya istilah *high-tech* telah disimpulkan sebagai teknologi tercanggih saat ini (teknologi kekinian) yang diambil dari penggeneralisasian periode perkembangan teknologi dimana disepakati bahwa perkembangan teknologi yang dimulai pada tahun 1970 dikategorikan sebagai *high-tech* (teknologi tinggi) sehingga system teknologi pada era 1960 ke bawah telah dipertimbangkan saat sekarang untuk tidak memasukkan kedalam kategori *high-tech* dan pernyataan yang paling baru (2006) bahwa semua penemuan

teknologi dari tahun 2000 hingga kedepan dapat dianggap sebagai *high-tech* atau teknologi tinggi (Alpat, 2009).

2.2.3 Definisi Tema

Tema yang digunakan yaitu *High-tech Architecture* yang mempunyai dua kata berbeda yang menjadi satu kesatuan. Dalam definisi tema akan dibahas dua pengertian yang berbeda yaitu *High-Tech* dan *Architecture*.

a. Pengertian *High-Tech*

High-Tech merupakan dua kata yang berbeda, yaitu “*High*” dan “*Technology*”. Dalam bahasa inggris, *High-Tech* suatu paduan kata yang yang memiliki satu arti. “*High*” sendiri memiliki arti umum ketinggian atau bisa juga diartikan tinggi, sedangkan “*Technology*” memiliki arti teknologi (Ilmu tentang teknologi). Jika digabungkan, *High-Tech* mempunyai arti teknologi tinggi atau ilmu teknologi yang memiliki kecanggihan maksimal (Kasir, 2007: 149, 224).

b. Pengertian *High-tech Architecture*

High-tech Architecture merupakan gabungan dari dua arti yang berbeda, yaitu “*High-Tech*” dalam bahasa inggris mempunyai arti teknologi tinggi atau ilmu teknologi yang memiliki kecanggihan maksimal (Kasir, 2007: 149, 224). Sedangkan “*Architecture*” dalam bahasa inggris mempunyai arti bentuk bangunan (kamus Bahasa inggris, 1993:24) atau lingkungan binaan yang berfungsi untuk perlindungan dari bahaya dan untuk menampung kegiatan manusia serta identitas status sosial (Fikriarini, 2006:14). Dari penggabungan dua arti tersebut, *High-tech Architecture* adalah memanfaatkan kecanggihan teknologi di masa sekarang yang

digunakan dalam pengolahan bangunan maupun lingkungan yang bermanfaat bagi masyarakat.

2.2.4 Karakteristik Tema Perancangan

Dalam tema perancangan *High-tech Architecture*, kemajuan teknologi berperan penting dalam sebuah perancangan yang menggunakan tema *High-tech Architecture*. Karena seiring perkembangan teknologi baik itu perkembangan teknologi material maupun perkembangan teknologi dalam sistem bangunan saat ini. Jenis-jenis struktur yang sering dipakai dalam sistem *High-Tech* yaitu beton, baja, membran, kabel dan baja. Dalam obyek Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan yang merupakan implementasi dari bangunan yang tahan gempa, jadi nantinya dalam obyek Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan bentuk bangunan merupakan sebagian hasil dari konstruksi (Neufert, 1996: 39, jilid 1).

Dalam konstruksi beton dan baja, kebanyakan bangunan menerapkan bangunan yang menghambat api atau stabil terhadap api. Sehingga bagian bangunan baja telanjang dalam bentuk perwujudan menyamai beton baja murni (Neufert, 1996: 40, jilid 1). Tetapi untuk mengatasi permasalahan beban gempa bumi (*periode fundamental*), bangunan harus mempunyai struktur dengan sambungan yang menerus (kokoh dihubungkan), sehingga bangunan akan lebih mampu untuk melawan pengaruh beban gempa yang rata-rata mengalami beban dinamis (bergerak) bukan beban statis (tidak bergerak). Maksud dari struktur dengan sambungan menerus ini adalah dengan menggunakan struktur beton bertulang yang monolit dan karena itu intrinsik menerus bagus dalam menangani beban yang ditimbulkan gempa bumi (Snyder dan Catanese, 1984: 368-369).

Kecanggihan teknologi atau disebut juga dengan arsitektur *High-tech*, merupakan suatu kejujuran yang menyatakan dengan jelas fungsi elemen yang terdapat dalam bangunan. Misalnya eskalator, lift, dan lainnya. Dalam perkembangan yang lebih lanjut, arsitektur *High-tech* bukan hanya tampilan fisik yang tercermin dari jenis struktur bangunan tetapi juga pada sistem utilitas bangunan dan lingkungan, sehingga muncul istilah *smart building* dengan karakter *High-tech architecture* (Teguh, 2009).

Norman Foster merupakan pelopor *High-tech architecture* yang menampilkan bangunan-bangunan yang mempunyai ciri khas tersendiri, ciri khas tersebut yaitu:

- a. Selalu mengekspos struktur dan konstruksi bangunannya.
- b. Menampilkan bagian dalam bangunan yang mempunyai nilai sama.
- c. Pada bagian luar bangunan, bagian interior diekspos sehingga dapat terlihat dari luar.
- d. Mengeluarkan bagian dalam bangunan yang memang seharusnya berada di dalam sebagai ornament atau *sculpture*.

Namun dari beberapa konsep perancangan Norman Foster, lebih banyak muncul dan merupakan ciri khas bangunan yang memanfaatkan unsur-unsur alam, seperti sinar matahari, angin yang berfungsi sebagai energi bagi kenyamanan bangunan itu sendiri (Teguh, 2009). Beberapa karakteristik yang merupakan perpaduan antara pemikiran arsitek Norman Foster dan teori Jencks tentang *High-tech architecture* yaitu:

a. *Celebration of Process* (keberhasilan suatu perencanaan)

Pengeksplan sistem struktur utama yang menggunakan *advance structure* (kamajuan struktur). *High-tech* lebih ditekankan bagaimana konstruksinya, mengapa konstruksinya, dan apa konstruksinya dari suatu bangunan.

b. *Inside-out* (penampakan bagian dalam)

Dalam *High-tech Architecture*, struktur, area servis dan utilitas dari suatu bangunan hampir selalu ditonjolkan pada eksterior. Baik itu dalam fasad bangunan, bentuk bangunan, ornamen ataupun *sculpture*.

c. *Optimistic Confidence in Scientific* (optimis terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi)

High-tech diharapkan masih berkembang di masa yang akan datang. Meliputi penggunaan material, warna dan penemuan-penemuan yang terkait dengan teknologi.

d. *Transparency, layering, and Movement* (Transparan, Pelapisan, dan Pergerakan)

High-tech Architecture selalu memunculkan Transparan, Pelapisan, dan Pergerakan semaksimal mungkin. Karena karakter sebuah *High-tech Architecture* dapat dilihat dari tampilan fisik, yang mulai jenis material yang digunakan, sistem utilitas, alat transportasi dan lain-lain. Tentunya karakter tersebut terkait dengan ketiga suatu *High-tech Architecture* yaitu Transparan, Pelapisan, dan Pergerakan.

- e. *Bright Flat Colouring* (pewarnaan yang menyala dan merata)

Pewarnaan yang cerah dan merata sebagai salah satu karakteristik *High-tech architecture*. Penerapannya pada pewarnaan struktur utama dan elemen transportasi guna memahami fungsi dan kemudahan perawatan.

- f. *A Lightweight Fillgree of Tensile Members* (baja-baja tipis sebagai penguat)

Terdapat struktur-struktur pendukung yang sebagian besar berupa baja-baja tipis ataupun penggunaan struktur kabel yang mencerminkan terhadap *High-tech Architecture*.

Beberapa karakter tersebut merupakan yang terkait dengan kecanggihan atau bangunan yang berteknologi. Karakter-karakter di atas akan digunakan sebagai acuan proses perancangan yang sesuai dengan tema *High-tech Architecture*. Dalam hal ini salah satu dari karakter di atas yaitu *Optimistic Confidence in Scientific* (optimis terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi) merupakan karakter yang berperan penting yang terkait dengan konsep perancangan "*smart building*". Karena *Optimistic Confidence in Scientific* diharapkan kedepannya bisa mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi tentang bangunan tahan gempa serta penerapan sistem *smart building* terhadap Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan walaupun dengan penggunaan tema *High-tech Architecture*.

2.2.5 Tinjauan Smart Building Sistem

Dalam teori *Smart Building System*, teori tersebut menjelaskan bahwa adanya integrasi sebuah teknologi dengan instalasi bangunan yang memungkinkan

dari seluruh perangkat fasilitas sebuah gedung yang dapat dirancang dan diprogram sesuai kebutuhan, keinginan, dan dikontrol secara terpusat yang dilakukan secara otomatis (Sinopoli, 2010 : 03). Adapun *Smart Building System* dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu :

a. *Performance Based Definitions*

Maksud dari *Performance Based Definitions* yaitu dengan mengoptimalkan performa bangunan yang dibuat untuk efisiensi terhadap lingkungan dan mampu juga menggunakannya, serta dapat mengatur sumber energi bangunan dan meminimalkan nilai biaya perangkat sekaligus utilitas bangunan.

Pada *smart building* dapat menyediakan efisiensi yang tinggi, kenyamanan dan kesesuaian dengan lingkungan dengan mengoptimalkan terhadap peranan struktur bangunan, sistem bangunan, servis bangunan, dan manajemen bangunan. *Smart Building* juga terkait erat dengan pengguna bangunan, *smart building* harus beradaptasi dan memberikan respon cepat dalam berbagai perubahan kondisi internal maupun eksternal dan dalam menghadapi tuntutan terhadap pengguna.

b. *Service Based Definitions*

Service Based Definitions mempunyai tujuan utama yang dimana bangunan harus mampu menyediakan kualitas servis bagi pengguna. Menurut *Japanes Intelligent Building Institute (JIBI)* mendefinisikan *smart building* adalah sebuah bangunan dengan fungsi servis komunikasi bangunan, otomatisasi bangunan dan mampu menyesuaikan dengan aktivitas pengguna. Terdapat 4

aspek layanan servis yang sesuai dengan pokok permasalahan dalam *smart building*, yaitu:

1. Layanan dalam menerima dan mengirim informasi serta mendukung efisiensi kontrol manajemen.
2. Menjamin kepuasan dan kenyamanan pengguna yang bekerja atau yang berada di dalam bangunan
3. Merasionalkan manajemen bangunan dalam menyediakan layanan administrasi yang murah.
4. Perubahan yang cepat, fleksibel dan ekonomis dalam responnya terhadap lingkungan, kompleksitas lingkungan.

c. *System Based Definitions*

Sedangkan pada kategori *system based definitions*, *smart building* harus memiliki sebuah teknologi dan sistem teknologi yang digabungkan. *Smart building* harus menyediakan otomatisasi terhadap bangunan, sistem jaringan, optimalisasi integrasi dalam struktur bangunan, servis, manajemen dalam menyediakan efisiensi tinggi, kenyamanan dan ketenangan bagi pengguna.

Dari tinjauan *smart building* ini, menjadi acuan dalam memperkaya dan memperdalam dalam mengkaji sebuah konsep, yang nantinya bisa diterapkan dalam obyek perancangan secara maksimal.

2.2.6 Tinjauan Bangunan Hemat Energi dan Ramah Lingkungan

Penghematan sumber daya alam (*economy of resources*), yang memperhatikan aspek pengurangan, pemakaian kembali dan pemakaian ulang berbagai bahan alam yang digunakan pada bangunan. Beberapa masalah utama

yang diperhatikan antara lain masalah penghematan penggunaan energi, konservasi air dan penggunaan material bangunan. Dengan melakukan penghematan ini akan mengurangi penggunaan sumber daya alam yang tidak terbarukan (*non renewable resources*) baik pada masa pembangunan maupun selama bangunan beroperasi.

Daur hidup (*life cycle design*), yaitu metodologi untuk menganalisa proses membangun dan dampaknya terhadap lingkungan. Proses membangun yang dimaksud meliputi seluruh tahapan sejak tahap sebelum membangun (*pre-building phase*), selama membangun (*building phase*) sampai bangunan difungsikan (*post building phase*). Model konvensional dari sebuah daur hidup bangunan adalah design – construction – operation-demolition. Pada prinsip ini dimasukkan pendekatan yang mengenali adanya konsekuensi atau dampak terhadap lingkungan pada setiap proses dalam model daur hidup itu. Pendekatan ini pada dasarnya adalah untuk mengurangi dampak negatif dan menambah umur hidup material bangunan. Sebuah material bangunan yang habis masa pakainya akan dapat berubah bentuk sebagai material baru, dan dengan demikian akan selalu dapat dipakai ulang.

Rancangan yang manusiawi (*humane design*), yaitu prinsip yang fokus terhadap interaksi antara manusia dengan lingkungan. Prinsip ini berkaitan dengan adaptasi rancangan terhadap kondisi alam, *urban design* dan perencanaan tapak, serta tingkat kenyamanan bangunan yang akan dicapai. Dua prinsip pertama berkaitan dengan hal efisiensi dan konservasi, sementara prinsip yang ketiga ini berkaitan dengan keharmonisan hidup semua konstituen ekosistem: elemen non

organik, organisme hidup dan manusia. Prinsip ini tampaknya tumbuh dari filosofi pemikiran untuk menghargai keberadaan seluruh benda dan makhluk hidup di muka bumi.

Saat ini status rancangan ramah lingkungan masih berada dalam tataran etika daripada dalam tataran ilmu pengetahuan. Perubahan gaya hidup dan sikap terhadap lingkungan adalah penting, tetapi pengembangan keahlian berdasarkan ilmu pengetahuan tidak kalah pentingnya. Pengembangan keahlian ini pada saatnya akan menghasilkan ketrampilan, teknik dan metode dalam praktek perancangan bangunan yang ramah lingkungan.

Bangunan hemat energi dan ramah lingkungan sangat penting jika diterapkan disaat kondisi seperti saat ini. Fakta yang ada saat ini yaitu kondisi lingkungan yang semakin rendah kualitasnya karena penggunaan energi yang berlebihan tanpa memperhatikan kondisi lingkungan sekitarnya. Akibatnya sudah terlihat yaitu terjadinya bencana alam yang terus-menerus.

Secara umum energi yaitu kemampuan untuk mengerjakan sesuatu. Energi dapat ditemukan dalam beragam bentuk, seperti energi kimia, energi listrik, energi cahaya, energi panas, energi mekanika, dan energi nuklir. Ada tipe energi, yaitu energi potensial atau energi tersimpan dan energi kinetik atau energi gerak (Satwiko, 2005: 1). Penerapan pemakaian energi dalam kehidupan sehari-hari merupakan hal yang tidak asing dan lancar dalam penggunaannya. Jadi, tanpa energi tidak ada yang dapat dilakukan.

Energi sendiri terbagi menjadi dua yaitu energi yang terbarui dan energi yang tidak dapat diperbarui. Energi terbarui cukup banyak dan saat ini masih

terus-menerus dikembangkan. Sering disebutkan bahwa energi terbaru tidak mengganggu lingkungan hidup. Ini tidak sepenuhnya benar, karena dalam kenyataannya tidak sedikit sumber energi ini dapat merusak lingkungan. Sedangkan energi yang tidak dapat diperbarui yaitu semakin lama semakin berkurang dengan kecepatan yang semakin tinggi. Manusia telah memakai energi tidak dapat diperbarui dengan kurang bijaksana, boros, sehingga sumber energi ini cepat habis (Satwiko, 2005: 7, 35).

A. Peran Energi Dalam Arsitektur

Peran energi dalam arsitektur sangat penting. Efisiensi energi bukanlah kriteria baru dalam desain arsitektur (Watson, 1979 dalam Satwiko, 2005: 43). Bahkan sebelum munculnya arsitektur, energi sudah ada terlebih dahulu. Iklim adalah salah satu faktor yang memaksa manusia berpikir tentang energi.

Peran energi dalam arsitektur sangat luas. Pada proyek komersil, kebutuhan energi perlu dihitung rinci atau paling tidak dipikirkan, antara lain untuk (Satwiko, 2005: 43):

- 1) Survey
- 2) Proses perancangan
- 3) Pembukaan dan penyiapan lahan
- 4) Transportasi material bangunan
- 5) Konstruksi material bangunan
- 6) Kontruksi (pembangunan)
- 7) Operasional

- a. Penerangan (ruang dalam dan ruang luar)
 - b. Ventilasi (sistem penyejukan udara atau *Fan*)
 - c. Penyediaan air (minum, sanitasi, mandi, penyiraman)
 - d. Transportasi (Lift untuk transportasi vertical, kendaraan untuk mencapai lokasi bangunan)
 - e. Penyimpanan (ruang pendingin)
- 8) Perawatan berkala
- a. Pembersihan
 - b. Penggantian elemen bangunan
 - c. Pengecatan
- 9) Renovasi besar (penyesuaian bangunan untuk fungsi baru atau *facelift*)
- 10) Penghancuran (bangunan tidak layak dipertahankan, lahan akan dipakai untuk fungsi baru)
- 11) Pengangkutan runtuh bangunan ke lahan lain

Uraian di atas terus berlangsung kembali bagi bangunan berikutnya, karena setiap material bangunan membawa karakter kandungan energi sendiri-sendiri. Misalnya, aluminium dikenal sebagai bahan yang boros listrik pada waktu pembuatannya. Dalam kehidupan sehari-hari, energi untuk kegiatan operasional dan perawatan lebih sering dirasakan dan diusahakan dalam penghematannya. Sesuai aktivitas di dalamnya, mempunyai komposisi alokasi energi sendiri-sendiri setiap masing-masing bangunan. Tetapi dalam kenyataannya dan pada umumnya, energi untuk sistem penyejuk udara mengambil

porsi terlalu banyak, disusul dengan energi untuk penerangan dan keperluan rumah tangga yang lain (Satwiko, 2005: 44).

B. Logika Tata Energi Dalam Arsitektur

Kenyataanya perhitungan energi bangunan cukup rumit, namun bisa digantikan dengan logika tata energi bangunan dengan dicari dari pengalaman kehidupan sehari-hari. Beberapa timbangan berikut ini perlu dilakukan sebelum berpikir lebih detail, yaitu (Satwiko, 2005: 46):

- 1) Fungsi bangunan utama
- 2) Mementingkan fungsi yang lebih utama daripada kenyamanan
- 3) Mementingkan fungsi yang lebih utama daripada keindahan
- 4) Mempertimbangkan lahan dilewati jaringan energi publik
- 5) Mempertimbangkan di lahan atau sekitar lahan tersedia potensi sumber energi
- 6) Bentuk massa bangunan
- 7) Mempertimbangkan lahan dekat dengan suplai bahan dan elemen bangunan
- 8) Perlunya sumber energi khusus
- 9) Perkiraan jumlah kebutuhan energi untuk operasional
 - a. Memfokuskan permasalahan
 - b. Mensistematikkan pertimbangan penataan energi
 - c. Menghindari adanya masalah yang tertinggal, atau tidak terpantau

Dengan memfokuskan permasalahan, strategi penataan yang lebih baik terhadap energi bangunan dapat dikembangkan lebih terarah dengan

memaksimalkan potensi positif dan meminimalkan dampak potensi negatif yang ada di lahan. Pengolahan setiap elemen pada bangunan maupun yang ada di lingkungannya, dari hasil tersebut dapat mendukung terciptanya kualitas hidup yang baik (nyaman dan produktif). Semua ini dapat melibatkan pemakaian energi yang sangat banyak, sehingga perlu ditata. Dalam konteks iklim tropis seperti di Indonesia yaitu panas lembab, maka konsep bangunan dan lingkungan perlu diarahkan untuk (Satwiko, 2005: 48):

- 1) Meminimalkan energi yang diperlukan untuk memperoleh kenyamanan termal
- 2) Meminimalkan energi yang diperlukan untuk memperoleh penerangan yang sehat dan indah
- 3) Meminimalkan energi yang diperlukan untuk pengadaan air
- 4) Meminimalkan energi yang diperlukan untuk transportasi ventilasi
- 5) Meminimalkan energi yang diperlukan untuk merawat dan mengganti peralatan
- 6) Meminimalkan energi yang diperlukan untuk merawat elemen bangunan

Pertimbangan lebih rinci terhadap penataan energi yaitu (Satwiko, 2005: 49-60):

- 1) Lokasi daerah

Tinggi rendah lokasi akan mempengaruhi arus angin dan suhu. Udara di lokasi yang tinggi seperti pegunungan, akan lebih sejuk daripada di dataran rendah atau pantai. Lingkungan sekitar dapat mengandung potensi energi seperti

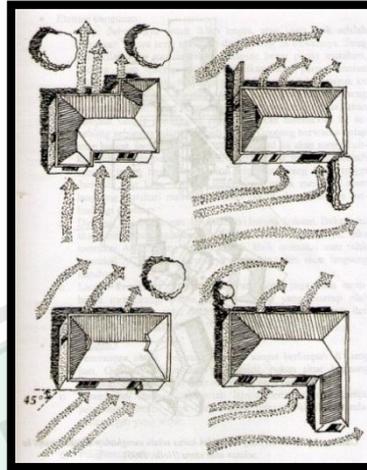
aliran sungai, limbah pertanian dan lain-lain yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbaru.

2) Lahan

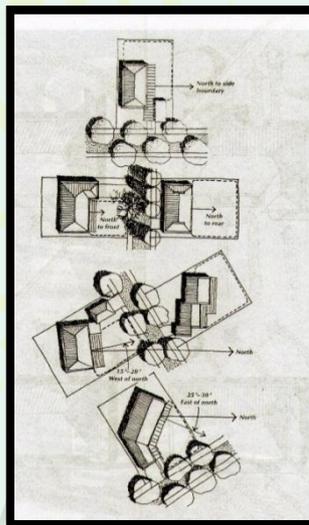
Pertimbangan lahan ini akan terkait dengan kondisi topografi, dimensi dan ketinggian air tanah. Lahan yang luas akan memberikan keleluasaan untuk menempatkan bangunan di tengah, sehingga semua sisi memperoleh akses langsung ke ruang luar untuk memperoleh udara dan cahaya. Ketinggian air tanah bermanfaat jika tidak tersedianya jaringan air minum kota, maka terpaksa memperoleh air dalam tanah.

3) Massa bangunan

Pertimbangan terhadap massa bangunan akan terkait dengan jumlah dan bentuk, orientasi, dan ketinggian. Untuk iklim tropis lembab, massa satu ruang (berdenah sederhana) akan lebih baik, karena penyebarannya akan lebih tepat terhadap penghawaan alami dari pada massa besar tunggal. Orientasi bangunan ke selatan atau utara (sumbu panjang sejajar sumbu barat-timur), hal ini untuk mengurangi luas dinding yang terpapar oleh panasnya matahari pagi dan sore. Ketinggian bangunan akan mempengaruhi energi. Akan semakin besar energi untuk transportasi vertikal, menaikkan air, dan sistem ventilasinya. Masalah yang lain yaitu, semakin tinggi bangunan, semakin besar kecepatan anginnya.



Gambar 2.5. Mengarahkan angin agar masuk ke dalam rumah
 (Sumber: Hollo, 1995 dalam Satwiko, 2005: 53)



Gambar 2.6. Orientasi bangunan tidak harus selalu menghadap ke jalan, tetapi ke selatan atau utara
 (Sumber: Hollo, 1995 dalam Satwiko, 2005: 54)

4) Organisasi ruang

Dalam organisasi ruang, perlu pengelompokan ruang sesuai dengan kedekatan aktivitas dan potensi penghalang panas bagi ruang yang memerlukan kenyamanan

5) Elemen bangunan

Pertimbangan elemen bangunan meliputi atap, dinding, dan lantai. Rekomendasi atap yang baik untuk iklim tropis yaitu menggunakan gabungan antara seng mengkilat dan isolator di bawahnya. Seng mengkilat akan memantulkan sebagian besar panas matahari, dan isolator sebagai penahan panas yang ditimbulkan oleh seng. Penggunaan dinding ringan dan memiliki banyak bukaan, bukaan ini akan membantu kelancaran sirkulasi udara. Sedangkan elemen lantai yaitu pemilihan lantai yang tepat akan membantu mengurangi panas dalam ruangan yang diserap oleh pelapis, sehingga suhu dalam ruangan tidak terlalu panas.

6) Penerangan

Terdapat dua jenis penerangan yaitu penerangan alami dan penerangan buatan. Penerangan alami sangat berlimpah ruah di siang hari, gunakan cahaya dari bola langit bukan sinar langsung matahari. Karena sinar langsung akan membawa dampak panas. Sedangkan penerangan buatan, menggunakan lampu hemat energi. Lampu penerangan umum tidak perlu terlalu terang, memakai standar penerangan yang wajar. Penciptaan energi sendiri dalam mengurangi konsumsi energi listrik yang ada dengan memanfaatkan kondisi alam sekitar.

7) Penghawaan

Penghawaan pun terdapat dua jenis, yaitu penghawaan alami dan penghawaan buatan. Menggunakan penghawaan alami yang sebanyak-banyaknya jika kualitas udara dari luar baik (tidak berdebu dan berbau), sejuk dan lingkungan

tidak bising. Hindari gangguan privasi visual dari luar. Sedangkan yang perlu diperhatikan terhadap penghawaan buatan yaitu:

- a. Hindari memasang termosta AC pada suhu terlalu rendah
- b. Kurangi ventilasi, jika ruangan tetap terjaga bersih dari sumber polusi, misalnya rokok, asap kendaraan dan jenis polusi yang lainnya.
- c. Kurangi celah-celah pada bangunan yang menyebabkan kebocoran udara yang tidak perlu dan tidak terpantau.
- d. Minimalkan panas matahari yang masuk melalui kaca jendela dengan kaca penahan surya.
- e. Minimalkan rambatan panas dari atap
- f. Minimalkan sumber panas dari dalam ruangan
- g. Penyejukan ruangan yang dianggap perlu

8) Struktur

Dalam pertimbangan struktur yaitu menggunakan struktur yang ringan, diusahakan memakai bahan-bahan lokal dan memperhatikan kelembaban tinggi yang memicu terjadinya air kondensasi, jamur dan karat. Selanjutnya menghindari bahan-bahan tertentu, seperti alumunium yang sangat boros energi listrik pada saat pembuatannya, tetapi cukup rendah biaya perawatannya.

9) Utilitas

Pertimbangan utilitas meliputi penyediaan air dan transportasi, baik transportasi vertikal maupun kendaraan. Pengamatan secara detil seluruh sistem yang ada pada jaringan air untuk memperkirakan potensi pemborosan, seperti

keran dan toilet. Desain tangga sedemikian rupa, sehingga untuk jarak dekat menghuni lebih tertarik untuk memakai tangga daripada lift.

Dari beberapa pertimbangan ini, nantinya sebagai pertimbangan perancangan yang sesuai tema perancangan dan konsep perancangan. Dari beberapa pertimbangan tersebut bisa menciptakan alternatif energi dalam suatu obyek bangunan. Penciptaan alternatif energi ini merupakan unsur yang sesuai dengan konsep perancangan yaitu *smart building*. Alternatif energi ini tidak lepas dari kondisi perilaku, fenomena dan lingkungan, karena nantinya akan memanfaatkan perilaku, fenomena dan lingkungan sebagai penciptaan energi sendiri. Meskipun sering membayangkan bahan sebagai hal yang dapat ditimbang, diukur, dan dijelaskan. Sehingga dalam perancangan harus mempertimbangkan bagaimana bahan akan berperilaku (Addington dan Schodek, 2005: 46). Misalnya kolom baja menjadi berguna ketika mendukung beban, sebuah panel kaca bermakna ketika mentransmisikan cahaya. Solusi yang lain yaitu ketika penggunaan atau pemilihan material untuk yang interkasi dengan berapa jenis stimulus energi. Jika terkait dengan lingkungan, yaitu pemanfaatan sungai sebagai pembangkit listrik yang sistem pemakaiannya menggunakan turbin listrik dan pemanfaatan sinar matahari untuk panel surya pembangkit listrik. Jadi obyek Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan ini bisa mandiri, meminimalisir energi buatan dan memaksimalkan alternatif energi yang telah diciptakan karena kesesuaian dengan konsep *smart building*.

Adapun ada kesamaan *Smart Building* dan *Green Building*, sehingga nantinya bisa mempertimbangkan dalam segi *Green Building* (Bangunan ramah

lingkungan) dalam obyek perancangan. Kesamaan *Smart Building* dan *Green Building* sebagai berikut :

Tabel 2.8. Kesamaan *Smart Building* dan *Green Building*

<i>Green Building</i>	<i>Smart Building</i>
Penggunaan material alam yang berkelanjutan dan efisiensi energi dalam kualitas ruangan yang melalui inovasi dan proses desain.	Data jaringan, distribusi sistem audio visual, kontrol program manajemen, kontrol pencahayaan, pemasangan fasilitas kabel infrastruktur system nirkabel.
Kesamaan:	
optimalisasi pemakaian energi untuk pengukuran kerja karbon dioksida (CO ₂), serta pemantauan sistem pengendalian permanen dalam inovasi desain	

Sumber : Sinopoli, 2010: 189

Kesimpulannya yaitu dalam konsep *Smart Building*, perancangan tidak hanya dominan dalam keteknologian bangunan, tapi diimbangi dengan *Green Building* (Bangunan ramah lingkungan). Sehingga bangunan masih keterkaitan dengan alam atau lingkungan.

2.3 Tinjauan Kajian Keislaman

Al-Quran menerangkan bahwa penting sebuah ilmu pengetahuan, baik keilmuan tentang agama maupun keilmuan umum.

Allah SWT berfirman:

Artinya : Hai jamaah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan. (Q.S 55 Al Rahman : 33)

Manusia selalu butuh tentang keilmuan untuk menghadapi berbagai kenyataan atau fenomena. Apapun dalam kehidupan manusia, semua terdapat ilmu. Karena itu jika manusia ingin menguasai satu hal, manusia harus mengerti ilmu, punya ilmunya dan memahami ilmunya yang akan dikuasai. Keterkaitan dengan judul obyek perancangan yaitu memahami akan keilmuan tentang gempa bumi, baik secara umum maupun khusus.

Akhir-akhir ini tidak sedikit terjadi bencana gempa bumi, banyak yang menyebutkan sebagai bencana atau musibah bagi manusia. Jika diteliti penyebabnya gempa bukan alam murni saja, melainkan disebabkan juga oleh ulah tangan manusia sendiri (Sedayu, 2010: 8). Faktanya banyak eksploitasi hasil bumi baik ada di dalam bumi maupun di permukaan bumi. Firman Allah SWT ada yang menyebutkan tentang gempa, bahkan sejarah manusia lampau yang mengalami musibah gempa juga diceritakan.

Firman Allah SWT,

Artinya : *“Karena itu mereka ditimpa gempa, maka jadilah mereka mayat-mayat yang bergelimpangan di tempat tinggal mereka”*. **(Q.S Al-A’raaf: 78)**

Artinya : *“Apakah kamu merasa aman terhadap Allah yang (berkuasa) di langit bahwa Dia akan menjungkir balikkan bumi bersama kamu, sehingga dengan tiba-tiba bumi itu bergoncang?”*. **(Q.S Al-Mulk: 16)**

Artinya : *“Maka Kami benamkanlah Karun beserta rumahnya ke dalam bumi. Maka tidak ada baginya suatu golonganpun yang menolongnya terhadap azab Allah. Dan tiadalah ia termasuk orang-orang (yang dapat) membela (dirinya)”*. **(Q.S Al-Qashash: 81)**

Artinya : *“Dan Musa memilih tujuh puluh orang dari kaumnya untuk (memohonkan taubat kepada Kami) pada waktu yang telah Kami tentukan. Maka ketika mereka digoncang gempa bumi, Musa berkata: “Ya Tuhanku, kalau Engkau kehendaki, tentulah Engkau membinasakan mereka dan aku sebelum ini. Apakah Engkau membinasakan kami karena perbuatan orang-orang yang kurang akal di antara kami? Itu hanyalah cobaan dari Engkau, Engkau sesatkan dengan cobaan itu siapa yang Engkau kehendaki dan Engkau beri petunjuk kepada siapa yang Engkau kehendaki. Engkaulah Yang memimpin kami, maka ampunilah kami dan berilah kami rahmat dan Engkaulah Pemberi ampun yang sebaik-baiknya”.* (Q.S Al-A’raaf: 155)

Artinya : *“Apabila bumi digoncangkan dengan guncangan (yang dahsyat), dan bumi telah mengeluarkan beban-beban berat (yang dikandung)nya, dan manusia bertanya: mengapa bumi menjadi begini?”.* (Q.S Al-A’raaf: 78)

Dari lima ayat di atas, bahwa Allah SWT akan memberikan azab atau hukuman bagi manusia yang telah lalai akan risalah melalui rasul-Nya yang telah disampaikan pada kaumnya di waktu lain. Memaknai gempa sebagai gejala alam biasa, azab, ujian atau cobaan bergantung pada cara pandang dan introspeksi diri masing-masing manusia. Gempa sebagai azab yang diturunkan oleh Allah SWT, disebabkan ulah manusia yang telah melampaui batas dan merajalela dengan tidak mematuhi dan mengindahkan perintah yang disyariatkan oleh Allah SWT. Allah

SWT menciptakan segala sesuatu dengan sempurna dan seimbang, hanya manusialah yang merusak dan mengganggu keseimbangan tersebut (Sedayu, 2010:10).

2.3.1. Hikmah di balik fenomena gempa

Beberapa ayat Al-Quran dan Hadits sudah disebutkan sebelumnya, banyak pandangan menganggap bahwa peristiwa gempa yang banyak menimbulkan korban adalah merupakan ujian, cobaan, peringatan, dan azab. Perspektif pandangan tersebut bergantung pada amal perbuatan masing-masing individu manusia di dunia, namun yang jelas Allah tidak menganiaya hamba-hamba-Nya, hanya manusialah yang lalai dan banyak melakukan kerusakan (Sedayu, 2010:14).

Manusia sebagai penghuni bangunan harus dapat tinggal secara aman, nyaman, dan terjangkau pembangunannya. Oleh karena itu para ahli, para peneliti maupun praktisi harus dan telah menunjukkan dedikasinya, telah bekerja keras guna untuk memenuhi kebutuhan bangunan tersebut, sebagai suatu sumbangan terhadap kemanusiaan (Widodo, 2007:12 dalam Sedayu, 2010:15). *Civil Engineers* dan arsitek, mempunyai tanggung jawab moral yang besar untuk tujuan dan maksud membangun sebuah bangunan, dengan demikian adalah sangat naif bagi *Civil Engineers* dan arsitek hanya menempatkan perolehan finansial di urutan pertama terhadap jasa bangunan yang disediakan sementara kualitas ataupun keamanan bangunan terkesampingkan (sedayu, 2010:15).

Hal di atas tidak hanya sebagai tanggung jawab namun juga merupakan amanah yang ada pertanggungjawaban di hadapan Allah SWT, sebagaimana firman-Nya.

Artinya : *“sesungguhnya Allah menyuruh kamu menyampaikan amanat kepada yang berhak menerimanya, dan (menyuruh kamu) apabila menetapkan hukum di antara manusia supaya kamu menetapkan dengan adil. Sesungguhnya Allah memberi pengajaran yang sebaik-baiknya kepadamu. Sesungguhnya Allah maha mendengar lagi maha melihat”*.

(Q.S An-nissa’: 58)

Rasulullah bersabda,

“Bahwa amanah akan menarik rezeki dan sebaliknya khianat akan mengakibatkan kefakiran”. **(Ad-Dailami)**

Berdasarkan geologis Indonesia memang terletak di antara patahan lempeng batuan bumi. Hal ini akan menyebabkan pergerakan tanah yang tidak dapat diperkirakan intensitas, waktu, dan kuantitasnya. Kerugian jiwa yang diakibatkan oleh gempa sebagian besar disebabkan oleh rusak atau runtuhnya bangunan berupa tempat tinggal, kantor, hotel, rumah sakit mall dan lain-lainnya yang di dalamnya dihuni oleh manusia.

Terlepas dari kejadian gempa adalah kehendak Allah SWT, namun korban manusia bukanlah akibat langsung dari kejadian gempa itu sendiri, tetapi lebih banyak akibat keruntuhan bangunan buatan manusia, buatan praktisi, buatan *civil engineers* dan arsitek (Sedayu, 2010:16). Gempa sebagai perwujudan

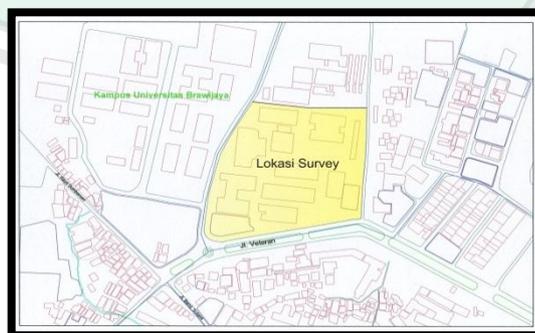
kekuasaan dan keMahaperkasaan Allah SWT, pernyataan agar manusia selalu bersyukur atas segala anugerah Allah SWT berupa alam dan lingkungan yang teratur dan seimbang. Pernyataan agar manusia terus berusaha belajar dan menggali ilmu Allah SWT yang maha luas sehingga dapat memecahkan masalah sistem struktur bangunan yang tidak mengacaukan alam.

2.4 Studi Banding

2.4.1 Studi Banding Obyek

Studi banding obyek bertempat di Politeknik Negeri Malang yang sebagai contoh bangunan yang terkait dengan laboratorium-laboratorium yang terkait dengan penelitian terhadap sebuah bangunan. Tepatnya yang dijadikan sebagai studi banding yaitu *Civil Department* karena mempunyai sebagian karakteristik terhadap obyek rancangan.

Obyek yang dijadikan sebagai studi banding ini berada di kampus 2 Politeknik Negeri Malang berada di jalan veteran karena untuk gedung yang digunakan sebagai laboratorium pengujian tentang bangunan berada di kampus 2 tersebut.



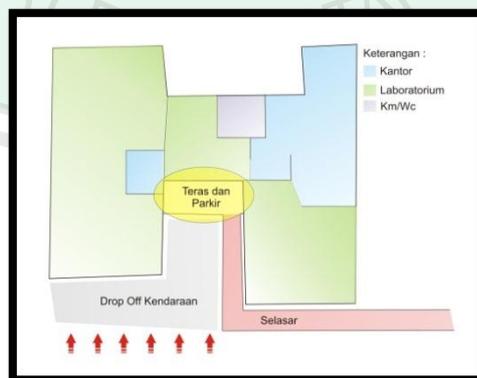
Gambar 2.7. Peta Lokasi Tapak
(Sumber: Peta Malang Raya)

Adapun spesifikasi obyek atau gedung laboratorium jika digunakan sebagai tempat pengujian masih kurang layak jika digunakan sebagai laboratorium jika dilihat dari sisi fisik gedungnya. Gedung sisi bagian selatan, untuk fasad hanya mempunyai dua pintu yang besar atau pintu gerbang yang berfungsi sebagai *Entrance* alat-alat,



Gambar 2.8. Gedung Bagian Selatan
(Sumber: Hasil Survey)

bahan uji, dan lain-lain yang mempunyai skala besar yang tidak bisa masuk melewati pintu pada umumnya standar manusia. Alasan pintu diletakan berdekatan dengan *Entrance* yang berdekatan dengan area terbuka yaitu memudahkan pengangkutan atau pemindahanyang memerlukan bantuan kendaraan berat atau yang sejenisnya dan diusahakan area depan pintu gerbang bisa dijadikan sirkulasi kendaraan untuk kebutuhan dan keperluan dalam laboratorium.



Gambar 2.9. Denah Blok-blok Ruang Laboratorium
(Sumber: Hasil Survey)



Gambar 2.10. Entrance User Gedung Bagian Selatan
(Sumber: Hasil Survey)

Entrance User untuk gedung laboratorium bagian selatan terpisah dengan *Entrance* peralatan atau bahan pengujian yang melalaui pintu gerbang. *Entrance user* terletak bersebelahan dengan parkir yang mempunyai teras sendiri yang berfungsi sebagai tempat sirkulasi kendaraan yang membutuhkan tempat peneduh. Teras bisa juga berfungsi sebagai *Hall* atau tempat berkumpulnya dari beberapa sisi gedung.



Gambar 2.11. Hall atau Teras Sebagai Penyambung Setiap Gedung Laboratorium
(Sumber: Hasil Survey)

Sebagai faktor penunjang atau pendukung dari gedung laboratorium Politeknik Negeri Malang, terdapat selasar di area gedung laboratorium. Menurut hasil survey yang dilakukan, selasar berfungsi sebagai sirkulasi *user* dari gedung yang satu dengan gedung yang lainnya.



Gambar 2.12. Selasar yang terdapat di sekitar gedung
(Sumber: Hasil Survey)

Sedangkan untuk kondisi interior dalam laboratorium tersebut, sebagian besar tidak ada dinding partisi yang dominan untuk dijadikan sebuah ruangan, hanya terdapat sekat-sekat yang digunakan untuk alat-alat tertentu saja. Alasan sebagian



Gambar 2.13. Suasana Interior Laboratorium
(Sumber: Hasil Survey)

besar tidak menggunakan dinding partisi yaitu karena untuk menciptakan kemudahan dalam melakukan suatu pengujian tentang bangunan. Rata-rata bahan yang dijadikan dalam suatu pengujian, memiliki dimensi yang besar, semisalnya pengujian tentang kuat beton, bahan dan alat yang dijadikan sebagai media penelitian memiliki dimensi yang tidak kecil, tergantung dengan apa yang akan diuji.



Gambar 2.14. Salah Satu Contoh Bahan dan Alat Penguji
(Sumber: Hasil Survey)



Gambar 2.15. Alat Penimbang Berat Beton
(Sumber: Hasil Survey)

Hasil dari pengamatan waktu survey, untuk kondisi interior laboratorium yang dominan dalam suasana laboratorium yaitu ketinggian plafon dalam ruang tersebut. Tinggi ruang laboratorium tersebut kurang lebih 4m, karena jika apabila

ada pengujian yang secara bersamaan, tidak mengalami suasana yang terkesan sempit. Maka dari itu ketinggian plafon juga dipertimbangkan untuk menciptakan suasana yang nyaman dalam melakukan pengujian. Untuk sirkulasi dalam ruangan juga harus dipertimbangkan, karena tidak hanya sirkulasi *user* yang ada dalam laboratorium pengujian tentang bangunan, perlu juga mempertimbangkan sirkulasi alat pendukung pengujian.



Gambar 2.16. Salah satu Alat Penunjang Pengujian
(Sumber: Hasil Survey)

Dari hasil studi banding terhadap obyek Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang di atas, diperoleh beberapa aspek penting yang mungkin nantinya dapat digunakan sebagai acuan dalam perancangan Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan di kota Malang. Adapun aspek tersebut dijelaskan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.9. Kesimpulan Hasil Studi Banding

No	Kelebihan	Kekurangan
1	Dari segi <i>Entrance</i> ke gedung di bedakan antara <i>user</i> dengan <i>non user</i> .	Bentuk fisik bangunan yang masih terlalu biasa di jaman sekarang ini.

2	Pencapaian antar gedung yang di kondisikan dengan <i>Hall</i> .	Standar sebagai laboratorium yang masih kurang dipenuhi.
3	Suasana Interior yang baik sebagai laboratorium pengujian tentang bangunan meskipun masih kurang dari standar sebagai laboratorium.	
4	Mempertimbangkan sirkulasi dalam laboratorium yang baik.	
5	Dari keseluruhan obyek laboratorium Politeknik Negeri Malang masih mengalami kekurangan, baik dari segi fisik maupun aktivitas menguji coba di laboratorium. Laboratorium yang tidak ada sekat permanen yang menunjukkan bahwa tempat pengujian yang rata menjadi di setiap uji coba yang dilakukan.	

sumber : Analisa 2011

Selanjutnya studi banding obyek yang terkait dengan obyek yang tahan terhadap gempa.

Bangunan ICT dengan luas sekitar 2500 m² terdiri dari 3 lantai terletak di kota Banda Aceh provinsi NAD. Struktur bangunan dari beton bertulang dan didukung sebanyak 36 bearing isolator yang sama ukurannya dengan rasio redaman sama sebesar 40% kritikal. Bangunan direncanakan terletak pada zona 6 peta gempa Indonesia. Response spectra yang digunakan adalah untuk tanah sedang sesuai dengan SNI-03-1726-2002.



Gambar 2.17. 3D Kampus Unsyiah
(Sumber: wiryanto.files.wordpress.com)



Gambar 2.18. Gedung rektorat Kampus Unsyiah
(Sumber: wiryanto.files.wordpress.com)

Dalam obyek studi banding kampus unsyiah ini, bangunan merupakan yang tahan terhadap gempa bumi. Menyadari kalau Aceh adalah daerah yang rawan gempa dan tentunya bangunan-bangunannya harus dirancang sedemikian

rupa sehingga kalau ada gempa kuat, tidak mudah roboh, dan ini bisa meminimalisasi korban jiwa.

Perlakuan bangunan agar tidak mudah roboh saat terjadi gempa bumi yaitu menggunakan atau pemasangan bearing isolator. Fungsi dari bearing isolator yaitu sebagai bantalan beban yang ditimbulkan dari bangunan yang menumpunya, dan mendapatkan efek lenturan terhadap bangunan. Sehingga bangunan di atasnya tidak terjadi kontak langsung oleh getaran yang ditimbulkan oleh gempa bumi.



Gambar 2.19. Pemasangan Bearing Isolator
(Sumber: wiryanto.files.wordpress.com)

2.4.2 Studi Banding Tema

Pengambilan obyek yang digunakan sebagai obyek studi kasus yaitu *City Of Science*, terletak di Valencia Spanyol dibangun pada tahun 1991 - 2006. Pembangunan dilakukan bertahap, terdapat 3 tahap pembangunan. Tahap pertama yaitu pembangunan *Planetarium* yang dirancang pada tahun 1991-1995, konstruksinya pada tahun 1996-1998 dan luas area 2561m². Tahap kedua yaitu pembangunan museum yang dirancang pada tahun 1991-1995, konstruksinya pada

tahun 1996-2000 dan luas area 41530m². Tahap yang terakhir yaitu pembangunan opera dirancang pada tahun 1995-1997, konstruksinya 1997-2006 dan luas area 44150m².



Gambar 2.20. Tampak Atas *City Of Science*
(Sumber: Google images)



Gambar 2.21. Kondisi Malam *City Of Science*
(Sumber: Google images)



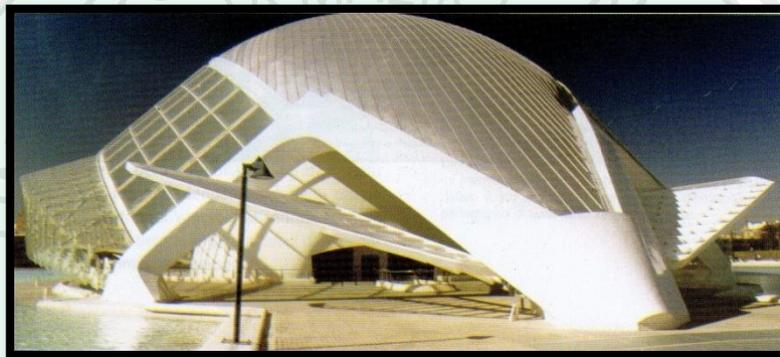
Gambar 2.22. 3D Kawasan *City Of Science*
(Sumber: Google images)

Bangunan ini terletak di sebuah permukaan air yang luas dan merupakan bagian pertama dari suatu kelompok bangunan yang dirancang oleh seorang insinyur-arsitek spanyol yaitu Santiago Calatrava. Untuk distrik *City Of Science* ini terbangun di kota kelahirannya yaitu Valencia (Lyall, 2006:138).

City Of Science merupakan bangunan yang kompleks dengan fungsi-fungsi yang berbeda. Terdapat 5 bangunan dengan masing-masing fungsi yang berbeda, yaitu *Planetarium*, taman, aquarium, opera house dan pusat ilmu pengetahuan atau museum.

Meskipun rata-rata bangunan bertemakan metafora, tetapi secara tidak langsung bangunan *City Of Science* menerapkan sistem *High-Tech*. Bisa terlihat dalam bentuk fisik bangunan yang menggunakan material yang modern dan struktur yang unik dan rumit, ini menunjukkan sebagian dari kecanggihan dalam bangunan.

Sebagai contoh bangunan Planetarium yang berbentuk setengah bola semiterbuka dengan sepasang bukaan besar berbentuk segitiga di kedua sisi pada sumbu koridornya yang luas. Sisi lainnya, yang menghadap ke air, dilapisi kaca. Tidak hanya sebatas itu saja, planetarium mempunyai bentukan geometri yang rumit dan brilian itu berdiri dari bagian atas bawah yang disambung dengan engsel di sepanjang pertemuan yang melengkung dan melipat keatas (Lyall, 2006:138).



Gambar 2.23. Bangunan Planetarium City Of Science
(Sumber: Lyall, 2006:142)

Cangkang penutup planetarium yang melengkung menunjukkan pemakaian material yang modern, karena penggunaan material yang mudah didukung dengan struktur penopangnya yang disambung dengan struktur baja profil. Sekeliling menggunakan pola menyelubung cangkang punutup yang terbuat dari beton. Untuk material penutupnya sendiri menggunakan material transparan, yang tujuannya untuk memasukan cahaya maksimal ke dalam area planetarium dan memberikan efek bangunan modern.

Sebagian material transparan pada Planetarium ini berfungsi sebagai refleksi. Menurut Santiago Calavatra dengan menggunakan material transparan,

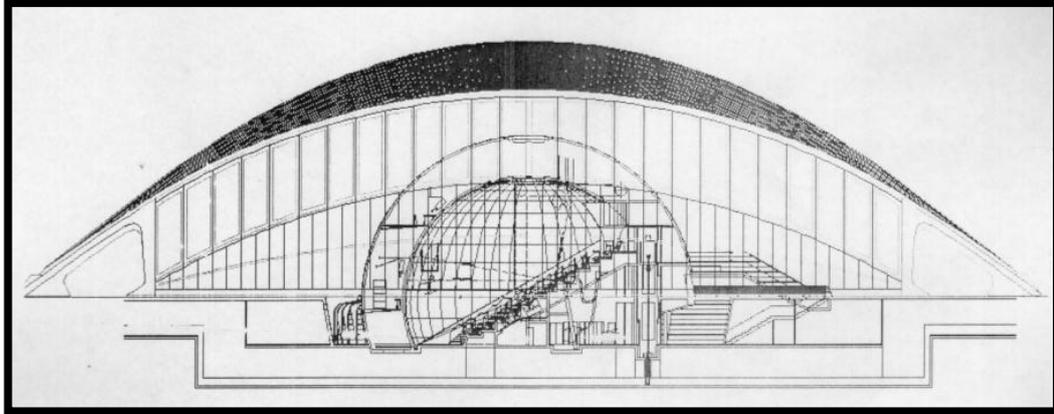
jika “kelopak mata” terbuka maka kaca terdiri dari beberapa bagian bersambungan engsel tersebut membuka terhadap kedua sisi bangunan Planetarium. Sehingga dengan terbukanya sambungan engsel tersebut, maka bentukan bola dibagian dalamnya terpantul di permukaan air dan terlihat sebagai suatu bola yang utuh (Lyll, 2006:140). Inilah yang memanfaatkan kecanggihan dalam masa modern ini untuk menciptakan suatu keindahan tersendiri terhadap bangunan Planetarium



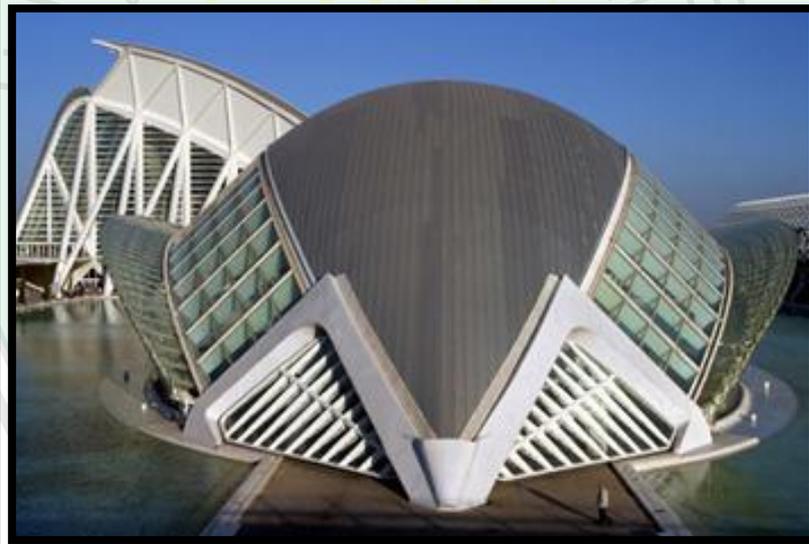
Gambar 2.24. Fungsi Sambungan Engsel Terhadap Refleksi pada *City Of Science* Dalam Kondisi Malam
(Sumber: http://search_goole_image/City Of Science)



Gambar 2.25. Fungsi Sambungan Engsel Terhadap Refleksi pada *City Of Science* Dalam Kondisi Sore Hari
(Sumber: http://search_goole_image/City Of Science)



Gambar 2.26. Potongan Planetarium *City Of Science*
(Sumber: http://search_goole_image/City Of Science)



Gambar 2.27. Tampak Samping Planetarium *City Of Science*
(Sumber: http://search_goole_image/City Of Science)

Pada struktur bangunan planetarium, menggunakan struktur system cangkang, dimana komponen utama yang dijadikan dalam struktur utama cangkang yaitu menggunakan profil baja. Pada ujung yang digunakan dalam proses terbentuknya cangkang yang menjadi tumpuannya yaitu terdapat struktur yang menjadi penarik dari system lengkung tersebut yang bermaterialkan beton.



Gambar 2.28. Suasana Ruang Luar dari Planetarium *City Of Science*
(Sumber: Google images)

Planetarium adalah ruang terbesar di Spanyol yang mengandung tiga sistem memproyeksikan ke layar cekung 900 meter persegi:

- Format besar bioskop, IMAX Dome.
- Digital 3D.screen langkah-langkah: persegi panjang sekitar 12x6 meter.
- Proyeksi digital. Astronomi representasi dan menunjukkan hiburan.

Planetarium ini diresmikan pada tahun 1998 dan merupakan bangunan pertama di Kota Seni dan Ilmu Pengetahuan untuk membuka pintu kepada publik. Ini merupakan konstruksi yang spektakuler yang dirancang oleh Santiago Calatrava, dengan atap bulat telur lebih dari 100 meter panjang yang berisi dalam interior ruang besar yang merupakan ruang proyeksi.

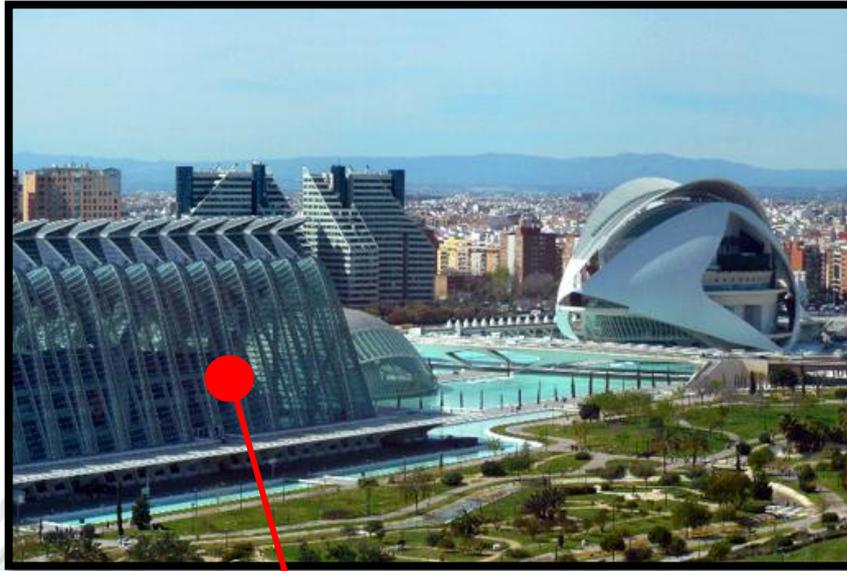
Selanjutnya Museum *sains*, museum ini milik Kota Seni dan Ilmu Pengetahuan kompleks. Bangunan ini dirancang oleh Santiago Calavatra dan mengingatkan kerangka paus. Ini adalah salah satu museum dimana dilarang tidak untuk disentuh.

Hal ini berorientasi untuk belajar ilmu melalui pengalaman, sehingga semuanya grafis ditampilkan, dengan teks besar dan gambar, eksperimen, tombol untuk menyentuh dan pengalaman. sempurna untuk pergi dengan anak-anak 7-12 tahun (<http://www.valencia-cityguide.com>, 2011).



Gambar 2.29. Massa Bangunan Museum Sains
(Sumber: Google images)

Dalam museum ini, mempunyai sistem struktur yang mempunyai potongan penampang yang kompleks sepanjang tepi danau yang besar. Tetapi dengan penopang yang kompleks tersebut, konstan dengan lapisan kaca di sebelah utara dan penutup berlapis aluminium di sebelah selatan.



Gambar 2.30. Penampang Kaca City Of Science
(Sumber: Lyall, 2006:141)

Museum ini dirancang dengan pola-pola yang rumit dengan palung dan bubungan yang saling meruncing. Dengan begitu akan menghasilkan profil-profil yang relatif rendah pada lantai dasar dan puncak-puncak lengkung yang tinggi pada bagian teratas. Bentuk-bentuk yang terbuat dari kaca terpasang dengan rapi di bawah puncak-puncak yang tajam di sepanjang lorong atas dari atap yang melengkung . Sedangkan bagian dalamnya, dinding utara berlapis kaca yang

sangat yang besar seolah-olah berkarakter seperti koridor samping dari suatu katedral gotik imajiner. Kolom-kolom utama sangat besar yang bercabang membentuk pola dekoratif dari beton yang kaya dengan detail dan menompang beberapa lantai ruang ekshibisi(Lyall, 2006:140).



Gambar 2.31. Kolom yang terdapat pada museum *City Of Science*
(Sumber: Lyall, 2006:140)

Untuk menunjukkan bahwa bangunan ini menggunakan sistem *High-tech*, untuk struktur pendukung museum berbentuk organis yang tampak seperti batang dan cabang pohon. Tujuannya untuk mengekspresikan kumpulan beban dari bermacam-macam bagian yang turun hingga ke tanah. Jadi beban hanya terpusat pada cabang-cabang kolom yang berbetuk seperti halnya sama dengan pohon.



Gambar 2.32. Jenis struktur kolom pada museum *City Of Science*
(Sumber: Lyall, 2006:142)



Gambar 2.33. Ekspose Struktur pada museum *City Of Science*
(Sumber: Google images)

Pengeksposan elemen-elemen struktur yang menjadi obyek *city of science* yang tergolong dalam obyek yang memunculkan pandangan terhadap keterkaitan dengan High-tech. Dalam karakter sebuah bangunan high-tech, salah satunya terdapat pengeksposan jenis struktur bangunan yang dipakainya, sehingga elemen-elemen struktur tersebut bisa dikatakan menjadi focal point sendiri dalam obyek yang high-tech.



Gambar 2.34. Ekspose Struktur Eksterior pada museum *City Of Science*
(Sumber: Google images)

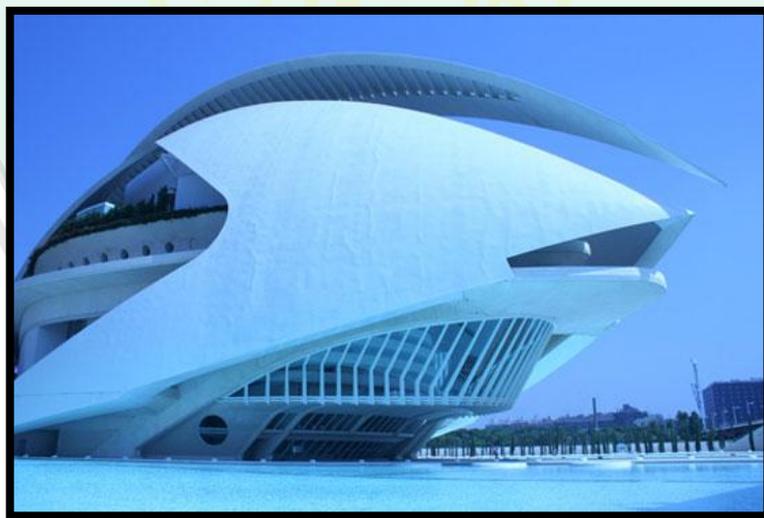


Gambar 2.35. Ekspose Struktur Eksterior pada museum *City Of Science*
(Sumber: Google images)

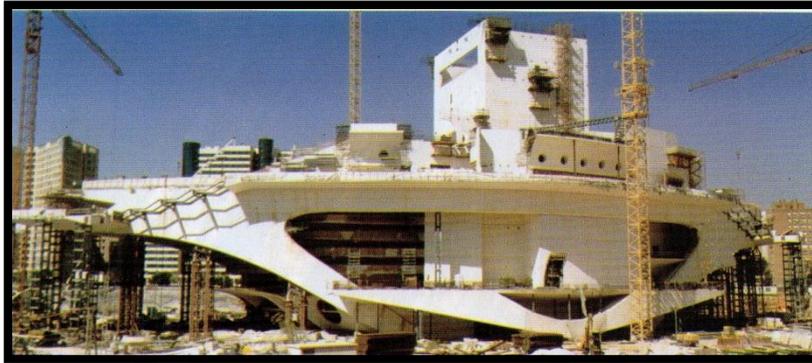
Tidak hanya pengeksposan struktur di dalam interior saja, melainkan pengeksposan struktur yang terdapat pada tampilan ekstrior. Tujuannya untuk lebih menguatkan bangunan tersebut masuk dalam kajian bangunan yang high-tech sehingga bangunan lebih terlihat lebih megah dan monumental.

Selanjutnya bagian bangunan Opera House yang merupakan sebuah bangunan spektakuler, yang didedikasikan untuk mempromosikan seni pertunjukan. Dengan perpanjangan 55.000 meter persegi, Opera House *City Of Science* akan menjadi salah satu even internasional terbaik untuk teater, opera, tari, dan musikal.

Dari sudut pandang arsitektur, Opera House *City Of Science* sangat mengesankan. Spektakuler dalam ukuran dan siluet, ditambah dengan peralatan *the art* dan program menarik, itu pasti akan cepat menemukan tempat untuk bangunan sendiri antara rumah-rumah opera mitos dunia, misalnya Opera House seperti yang di London, Sydney, Wina dan Milan (<http://www.valencia-cityguide.com>, 2011).



Gambar 2.36. Opera House *City Of Science*
(Sumber: <http://blog.brillianttrips.com>)



Gambar 2.37. Pembangunan Opera House *City Of Science*
(Sumber: Lyall, 2006:142)

Bahkan dalam selama masa konstruksi, bentuk-bentuk rancangan Santiago Calavatra ini memiliki fluiditas yang luar biasa. Dengan bentuk-bentukan seperti ini, *City Of Science* bisa dikatakan bahwa bangunan ini bangunan yang *High-tech*, bisa terlihat dari bentuk-bentuk yang luar biasa atau bentukan yang unik dan penggunaan jenis struktur yang baik.

Dalam perancangan obyek yang bermassa banyak, perlu diperhatikan keterkaitannya terhadap rancangan lansekapnya, tidak hanya rancangan terhadap bangunannya saja. Dalam obyek *city of science* yang merupakan obyek bermassa banyak, sehingga lansekap dalam *city of science* sudah mempertimbangkan prinsip-prinsip desain ruang luar (keseimbangan, irama/pengulangan, penekanan/aksentuasi, kesatuan, dan kontras) yang nantinya dari prinsip tersebut akan akan muncul unsur desain (garis, bidang, ruang, bentuk, tekstur, warna) dan dari unsur desain akan muncul aplikasi desain (jenis material, skala, sirkulasi, tata hijau, parkir, air, pencahayaan) Terdapat sebuah ruang terbuka hijau, yang dimana menjadi sebuah tempat terbuka yang merupakan perancangan wajib dalam



perancangan sebuah sebuah lansekap. Menunjukkan sebuah aplikasi dalam sebuah tata hijau yang membentuk suatu ruang luar dalam kawasan *City Of Science*

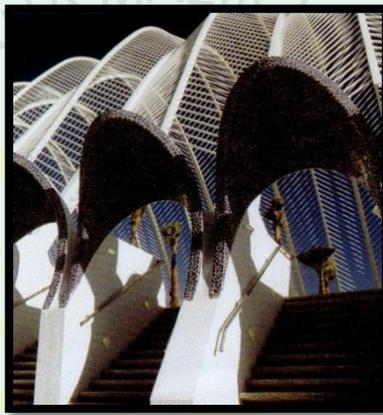


Gambar 2.38. Penjelasan Ruang Luar Kawasan *City Of Science*
(Sumber: Google images)



Selanjutnya terdapat taman yang menjadi sebuah penyeimbang dalam perancangan lansekap pada *City Of Science*, dimana di sekeliling dengan adanya bangunan yang monumental atau megah, terdapat

penyeimbang sebuah taman yang masih memiliki keterkaitan dengan karakteristik sebuah bangunan high-tech. ditunjukkan dengan adanya sebuah naungan taman yang tentunya tidak tertutup solid, hanya menggunakan sebuah rangka dengan profil baja yang bersifat sebagai naungan dari taman tersebut. Terdapat juga pengulangan elemen struktur yang menjadi struktur naungan. Hal ini menciptakan sebuah irama yang lebih indah, karena penggabungan aplikasi tata hijau dengan prinsip desain yang terkait dengan irama atau pengulangan (Rhythm).



Gambar 2.39. Bubungan dan parit pada taman *City Of Science*
(Sumber: <http://blog.brillianttrips.com>)

Irama atau pengulangan tidak hanya pada elemen struktur naungan taman, tetapi irama terlihat juga pada bubungan dan parit pada taman *City Of Science*. Sehingga lebih menarik dan lebih mencerminkan keseimbangan irama terhadap elemen struktur naungan.



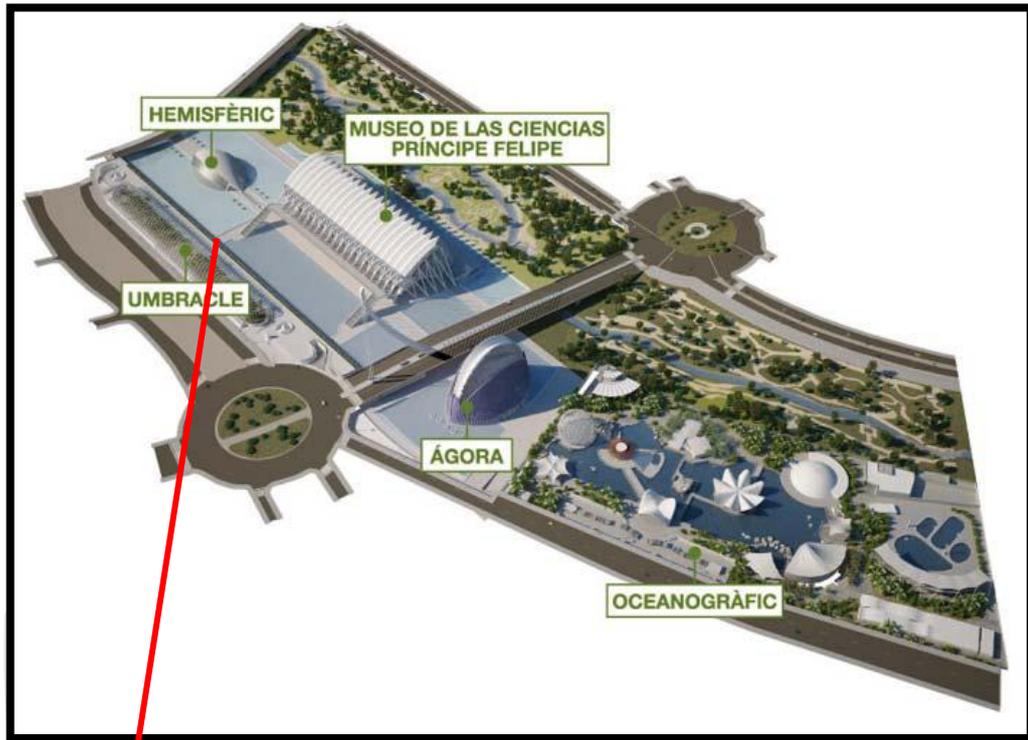
Gambar 2.40. Keterangan Plasa Kawasan *City Of Science*
(Sumber: Google images)

Dalam *City of Science* terdapat sebuah plaza yang berfungsi sebagai pengarah pengguna yang ingin menjadikan sebuah elemen lansekap yang ditunjukkan untuk pengarah dalam hal sirkulasi kendaraan maupun sirkulasi pejalan kaki.

Aplikasi yang lainnya untuk perancangan lansekap yaitu aplikasi desain unsur air yang di wujudkan dalam kolam yang menjadi pengolahan sendiri dalam perancangan lansekap, ini merupakan salah satu aplikasi desain yang terkait dengan pengolahan lansekap. Aplikasi lainnya yang mencerminkan perancangan lansekap yaitu pembedaan material bangunan dengan material tapak sirkulasi. Terlihat pada tapak terkait tentang sirkulasi pejalan kaki yang mempunyai material lebih kasar. Di dukung pula dengan terdapatnya elemen vegetasi yang menunjukkan sebagai pengarah jalan sirkulasi dengan bentuk vegetasi yang tegap.



Gambar 2.41. Vegetasi Kawasan *City Of Science*
(Sumber: Google images)

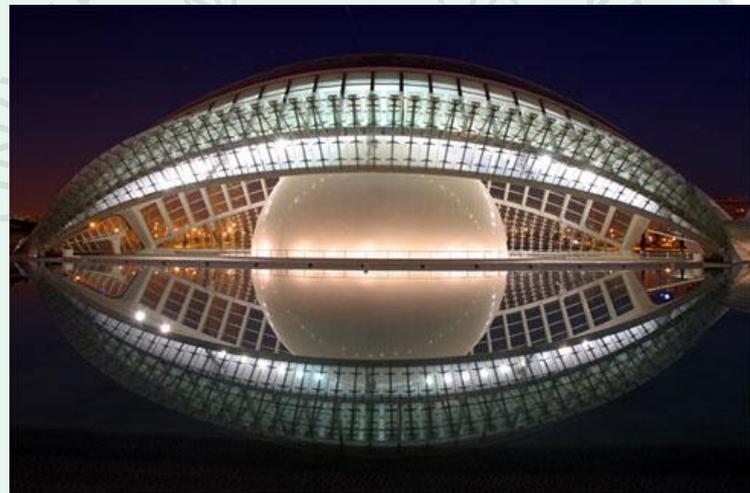


Gambar 2.42. Ara Santai Kawasan *City Of Science*
(Sumber: Google images)



Pengulangan naungan terhadap area peristirahan atau tempat duduk. Terkesan lebih rapi, karena terdapat prinsip irama atau pengulangan yang diaplikasikan pada naungan.

Jenis materialpun menunjukkan ke modrenan dengan menggunakan material berjenis besi.



Gambar 2.43. Pencahayaan yang menyebabkan pembayangan bangunan pada *City Of Science*
(Sumber: Google images)

Penataan cahaya yang baik yang memberikan keindahan pada *City Of Science*, baik itu pencahayaan alami maupun pencahayaan buatan. Dengan mempertimbangkan pencahayaan yang baik, akan memberikan efek bayangan dari setiap massa bangunan yang terpantulkan dalam air menciptakan kesatuan setiap massa bangunan. Misalnya pada sebuah bangunan planetarium yang menciptakan pembayangan pada air yang membentuk bentuk bola secara utuh, padahal pada penerapannya bentuk hanya setengah bola.

Kesimpulan dari studi banding tema yaitu *City Of Science* merupakan bangunan yang berkarakter bangunan *High-tech* meskipun berbeda tema. *City Of Science* mempunyai jenis-jenis struktur yang unik, yang bisa dijadikan acuan dalam perancangan obyek Pusat Teknologi Konstruksi Bangunan.

