

# SISTEM STRUKTUR BANGUNAN TINGGI dan SISTEM STRUKTUR BANGUNAN BENTANG LEBAR



**Ciri-ciri/persyaratan:**

- Merupakan elemen padat yang kaku, yang lebih mengutamakan pengembangan vertikal (KAKU)
- Menahan beban lateral dan menahan dengan kuat pada bidang dasar/tanah (STABIL & SETIMBANG)
- Dapat mengumpulkan beban beban bidang-bidang horisontal di atas muka tanah dan kemudian menyalurkan ke pondasi (KUAT)
- Mementingkan pengumpulan beban bidang-bidang horisontal yang tersusun/saling menumpang, yang secara vertikal mengalir ke dasar bangunan.

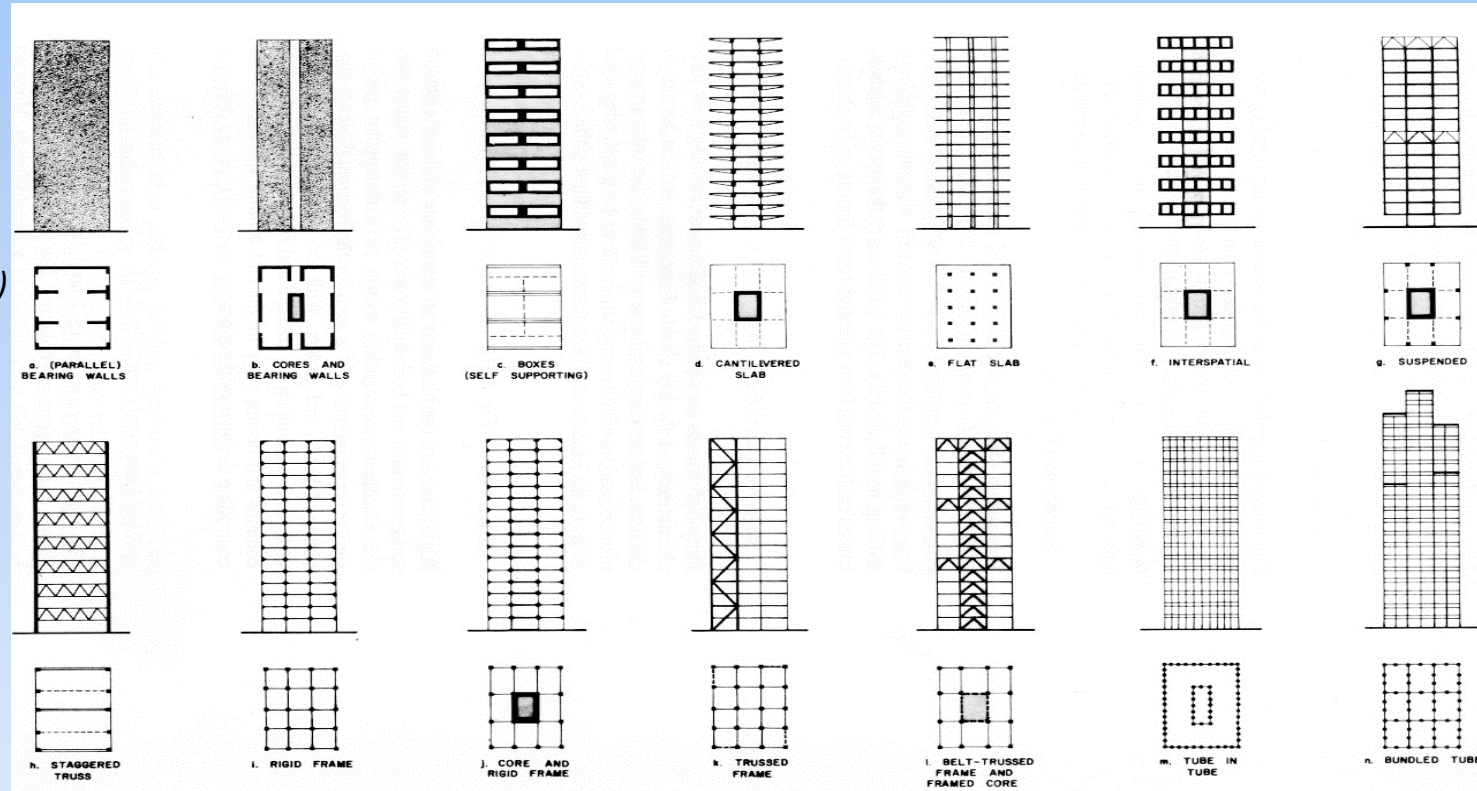
**Beberapa faktor dalam perencanaan sistem pembangunan struktur bangunan tinggi adalah :**

1. Pertimbangan umum ekonomi
2. Kondisi tanah
3. Rasio tinggi lebar suatu bangunan
4. Pertimbangan fabrikasi dan pembangunan
5. Pertimbangan mekanis (sistem utilitasnya)
6. Pertimbangan tingkat bahaya kebakaran
7. Pertimbangan peraturan bangunan setempat
8. Ketersediaan dan harga bahan konstruksi utama

## MACAM – MACAM STRUKTUR BANGUNAN TINGGI

Type sistem struktur bangunan bertingkat tinggi :

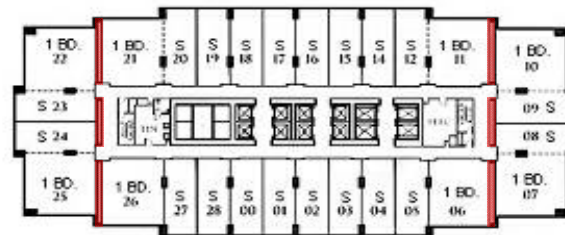
1. Dinding pendukung sejajar (*Pararel bearing wall*)
2. Inti dan dinding pendukung fasade (*Core and fasade bearing wall*)
3. Boks Berdiri sendiri (*Self support box*)
4. Plat terkantilever (*Cantilevered slab*)
5. Plat rata (*Flat slab*)
6. Interspasia (*interspatial*)
7. Gantung (*suspention*)
8. Rangka Selang Seling (*Staggered truss*)
9. Rangka Kaku (*Rigid frame*)
10. Rangka Kaku dan Inti (*Rigid frame and core*)
11. Rangka Trussed (*Trussed frame*)
12. Rangka Belt trussed dan inti (*Belt trussed frame and core*)
13. Tabung dalam tabung (*Tube in tube*)
14. Kumpulan tabung (*Bundled tube*)



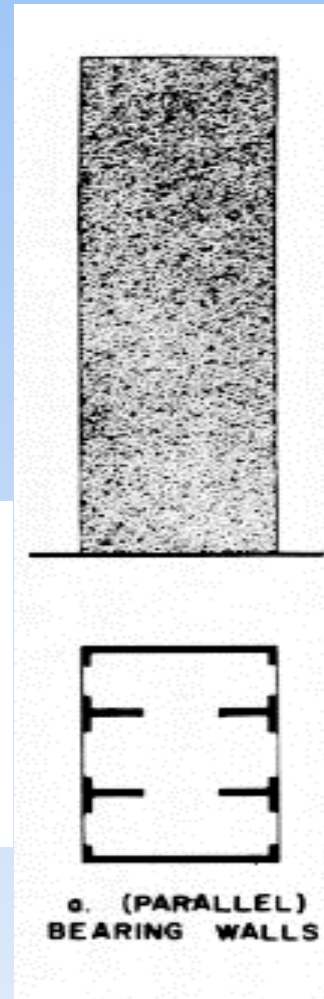


## 1. Dinding pendukung sejajar (*Pararel bearing wall*)

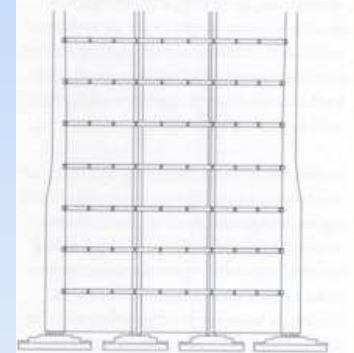
Merupakan elemen vertical planar yang ter-prategang (prestress) karena beratnya sendiri, sehingga dapat menyerap beban lateral secara efisien. Sistem ini digunakan untuk bangunan yang tidak membutuhkan ruang-ruang yang luas dan tidak membutuhkan struktur core untuk sistem mekaniknya.

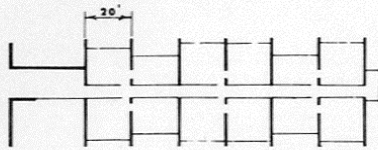


Condo - Hotel Units Location  
Floor Plan 16 - 59

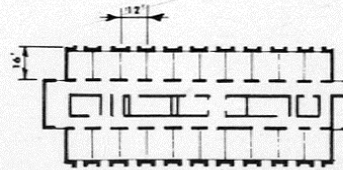


5.3 a. Monadnock Building, Chicago

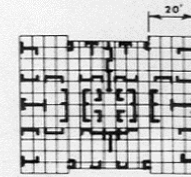




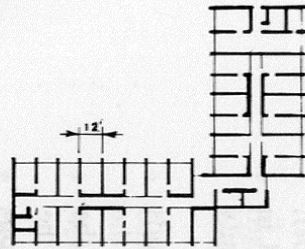
a. CROSS WALL SYSTEM



b. LONG WALL SYSTEM



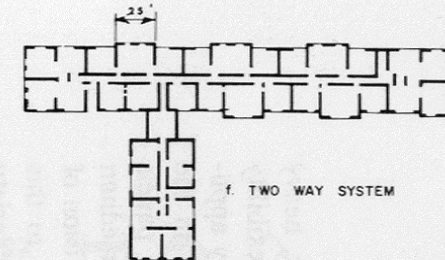
c. LOAD-BEARING PARTITION WALL



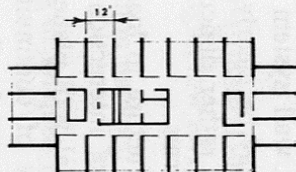
d. CROSS WALL SYSTEM  
ON TWO AXES



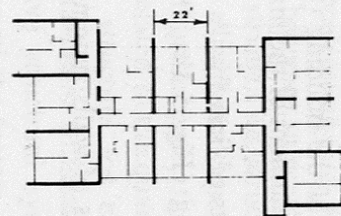
e. LONG WALL SYSTEM



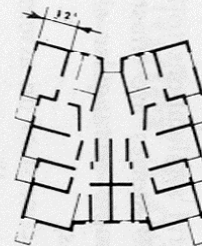
f. TWO WAY SYSTEM



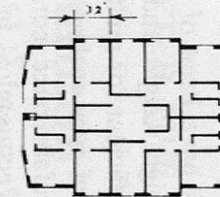
g. PERIMETER CROSS WALL SYSTEM



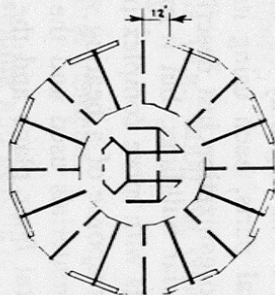
h. CROSS-LONG WALL SYSTEMS



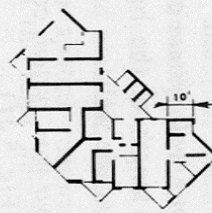
i. SKEWED TWO WAY SYSTEM



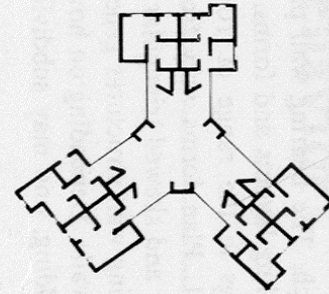
j. TWO WAY SYSTEM



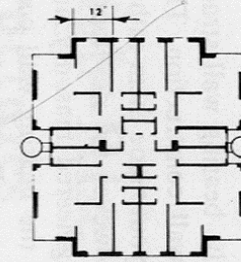
l. RADIAL CROSS WALL SYSTEM



m. CROSS WALL SYSTEM  
ON TWO AXES



n. TWO WAY SYSTEM

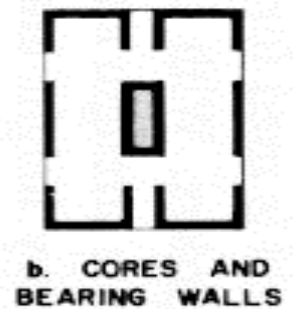
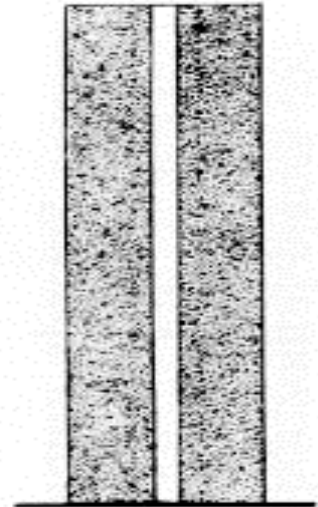
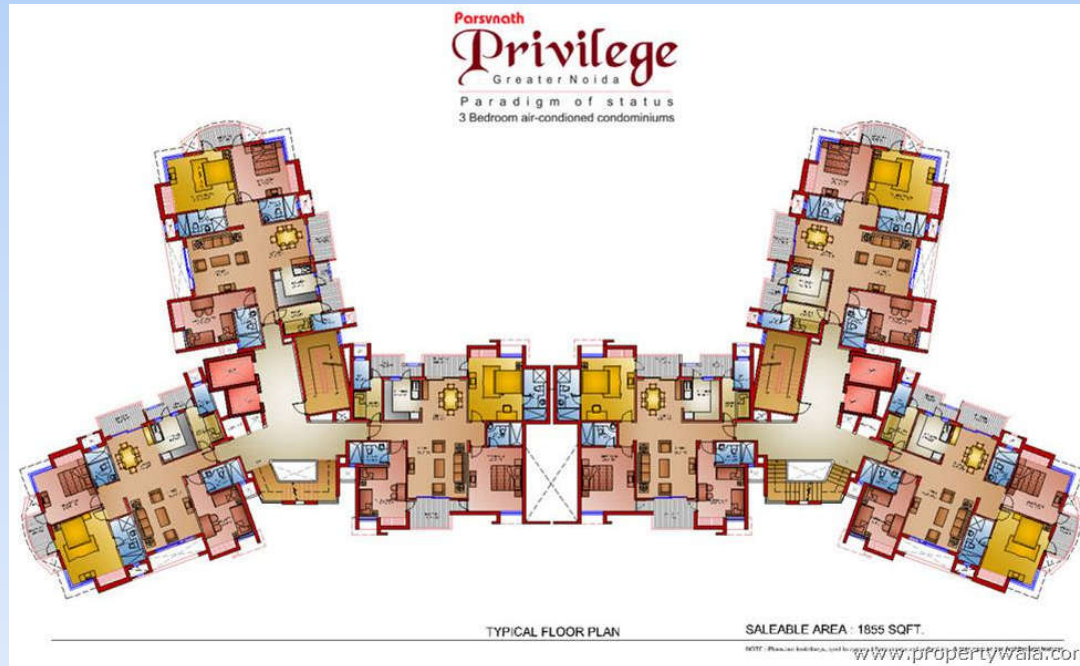


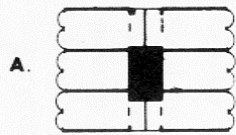
o. TWO WAY SYSTEM



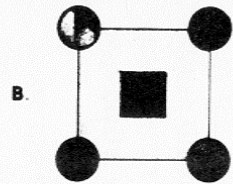
## 2. Inti dan dinding pendukung fasade (*Core and fasade bearing wall*)

Elemen vertikal planar membentuk dinding eksterior mengelilingi struktur core, yang memungkinkan bentuk ruang interior terbuka. Hal ini tergantung dari kapasitas rentang (span) dari struktur lantainya. Bagian core mewadahi mekanikal dan sistem transportasi vertikal, yang menambah kekakuan bangunan.

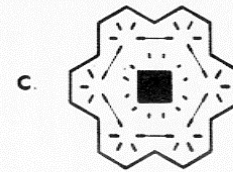




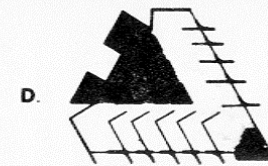
Longitudinal Shear Walls  
& Central Core



Closed Corner Cores  
& Central Core



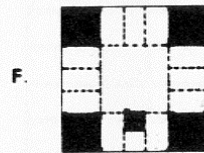
Perimeter Walls  
Radial Core Walls  
& Central Core



Facade Walls  
& Off-Center Cores



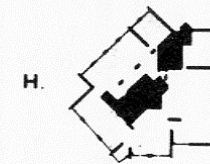
Cross Shear Walls  
& Corner Cores



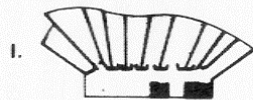
Open Corner Cores



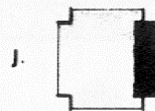
Core Assemblage



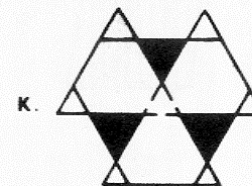
Cross Shear Walls  
& Central Cores



Radial Cross Shear Walls  
& Exterior Cores



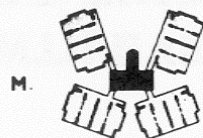
Open Corner Cores  
& Exterior Core



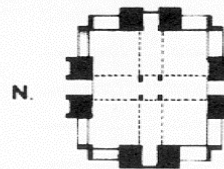
Triangular Perimeter Cores



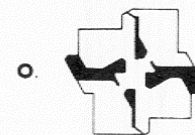
Curved Shear Walls



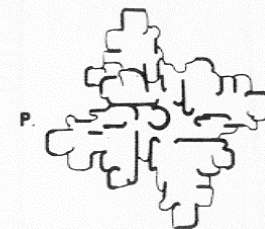
Building Assemblage  
& Central Core



Open & Closed  
Perimeter Cores



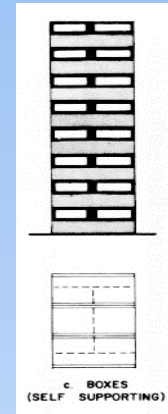
Open Central Core  
- Shear Wall Comb.



Curved Shear Walls  
Forming OpenCore Assemblage

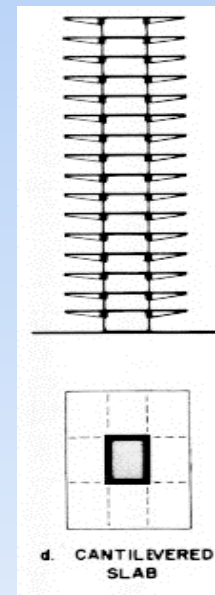
### 3. Boks Berdiri sendiri (*Self support box*)

Kotak-kotak tersebut merupakan unit prefab 3 dimensi, yang membentuk dinding-dinding pendukung bila diatur dan saling dikaitkan. Bila dilakukan penyusunan seperti susunan batu bata, maka dapat dibentuk sistem balok-dinding bersilang.



### 4. Plat terkantilever (*Cantilevered slab*)

Dengan mendukung sistem lantai dari core pusat memungkinkan terbentuknya ruang yang bebas kolom dengan kekuatan pelat lantai sesuai kebutuhan bangunan. Kekakuan pelat dapat ditingkatkan dengan pemanfaatan teknik pra-tegang.



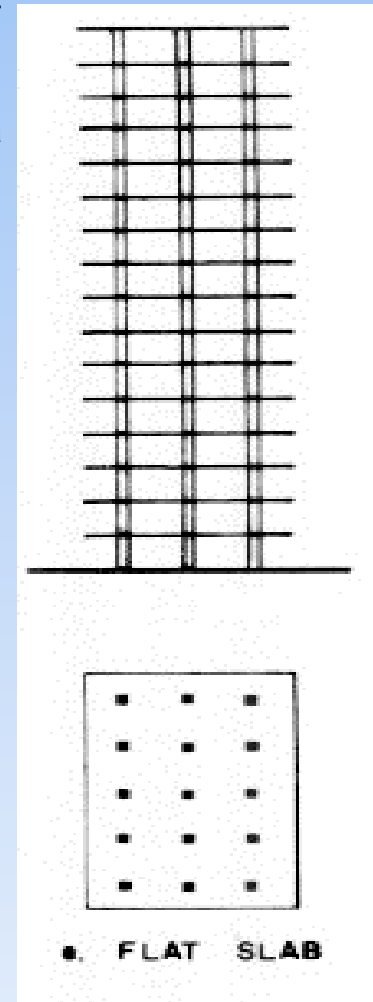
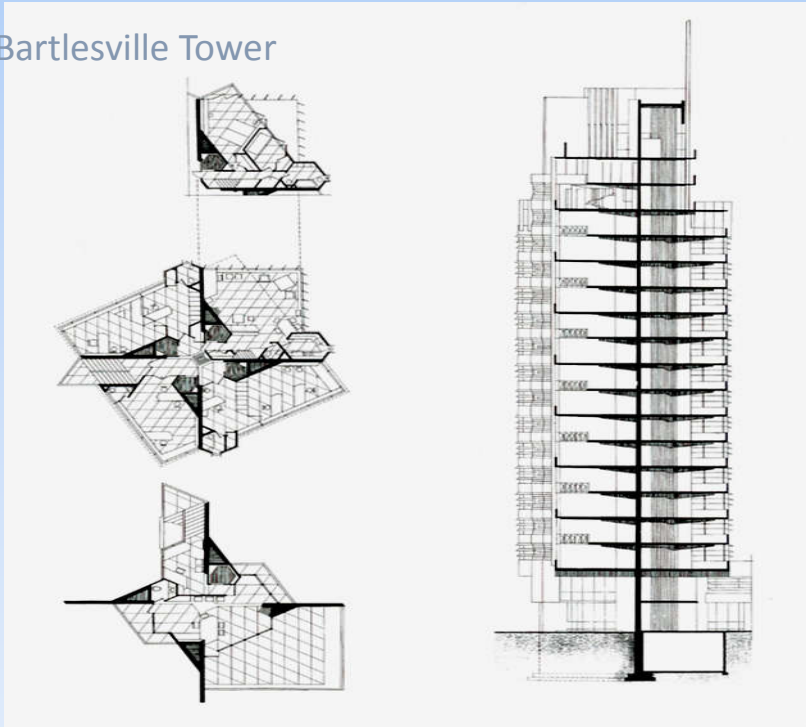
Burj Khalifa



## 5. Plat rata (*Flat slab*)

Sistem planar horizontal ini terdiri atas pelat lantai beton yang tebal-seragam yang didukung oleh kolom-kolom. Bila pada puncak kolom-kolom tidak terdapat penebalan/kepala, maka bentuknya adalah sistem pelat lantai datar. Sistem ini tidak memiliki balok-balok yang tebal sehingga memungkinkan adanya efisiensi/minimum jarak antar lantai bangunan.

Bartlesville Tower



## 6. Interspasia (*interspatial*)

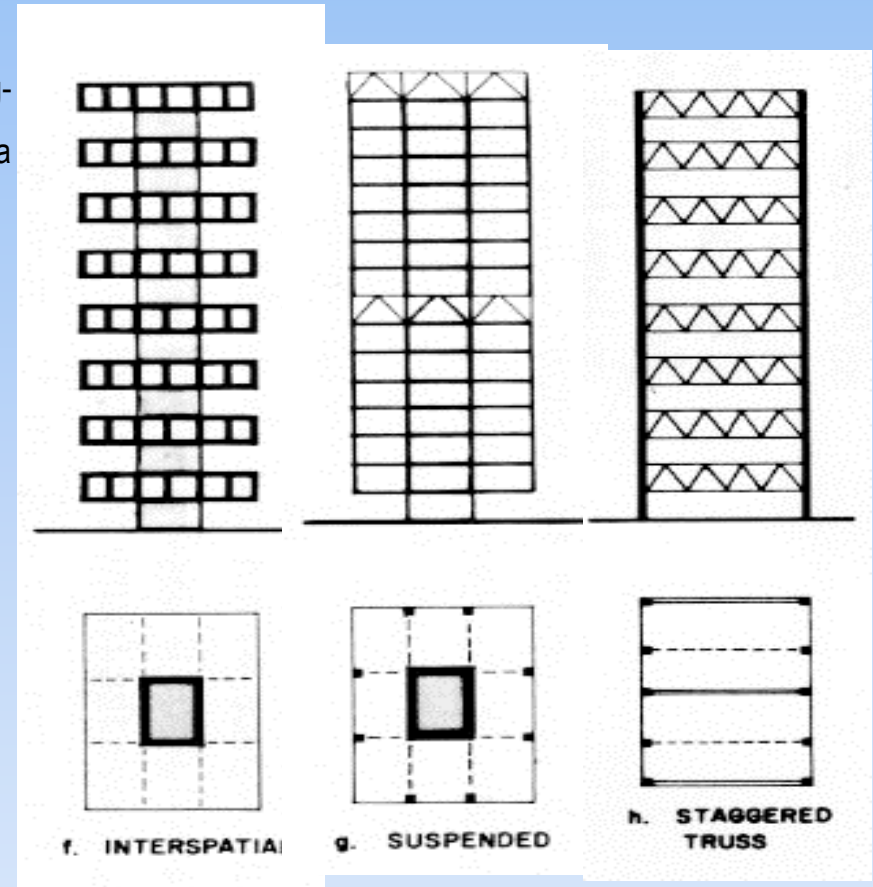
Struktur konsol ber-rangka berlantai banyak pada setiap lantai memebentuk ruang-ruang yang dapat dimanfaatkan pada dan diatas rangka. Ruang-ruang diatas rangka merupakan ruang yang terbuka (free space)

## 7. Gantung (*suspention*)

Sistem ini memanfaatkan bahan secara efisien dengan memanfaatkan penggantung untuk mendukung beban. Beban grafitasi didukung oleh kabel-kabel untuk membentuk rangka konsol pada core pusat.

## 8. Rangka Selang Seling (*Staggered truss*)

Bangunan rangka berlantai banyak merupakan rangkaian rangka yang letaknya berselang-seling. Selain mendukung beban vertikal, penataan rangka dapat mengurangi persyaratan pengukuh pengaruh angin (wind bracing) dengan menyalurkan beban angin ke dasar bangunan melalui bagian beban (web) dan pelat lantai (slab).

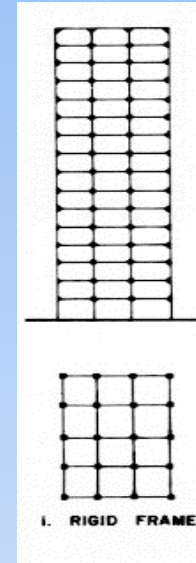


## 9. Rangka Kaku (*Rigid frame*)

Hubungan yang kaku digunakan untuk mengikatkan elemen linier membentuk bidang-bidang vertikal dan horisontal. Dengan kesempurnaan rangka ruang yang bergantung pada kekuatan dan kekakuan setiap blok dan kolom, maka tinggi lantai dan jarak antar kolom menjadi dasar perancangannya.

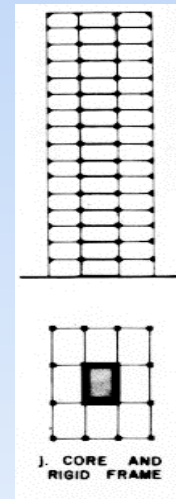


Chrysler Building



## 10. Rangka Kaku dan Inti (*Rigid frame and core*)

Rangka kaku mewadahi beban lateral melalui kelenturan balok-balok dan kolom-kolom, maka dengan struktur core akan meningkatkan daya tahan terhadap lateral sebagai akibat interaksi antara core dan rangka kaku.

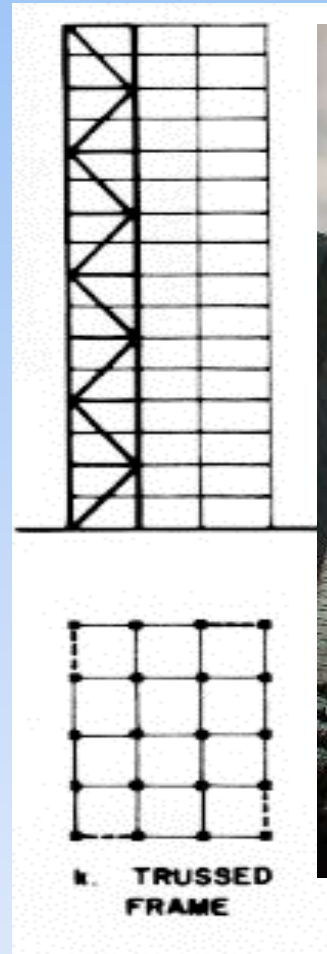


Empire State Building



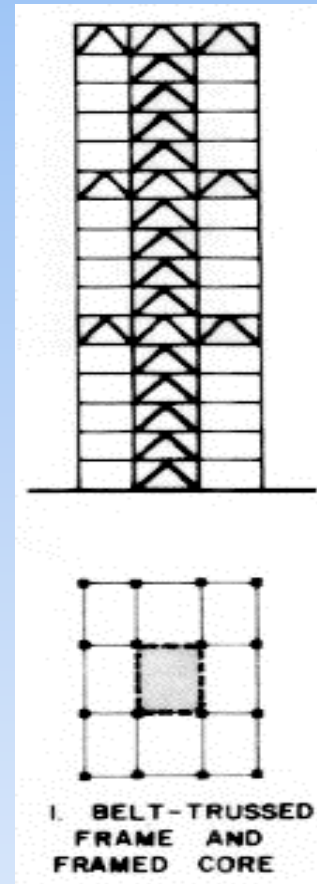
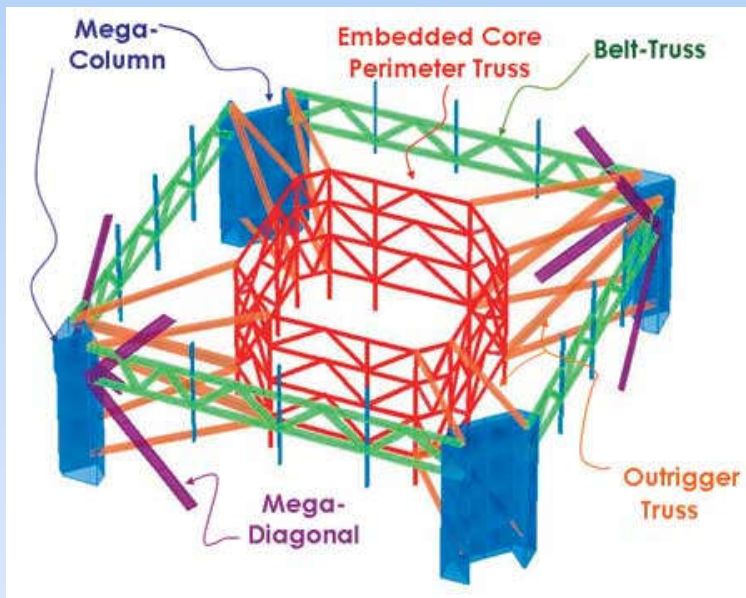
## 11. Rangka Trussed (*Trussed frame*)

Merupakan kombinasi struktur rangka kaku dengan rangka vertikal tahan geser akan meningkatkan kekuatan dan kekakuan struktur. Dalam sistem ini, rangka menahan beban gravitasi dan rangka (truss) vertikalnya menahan beban angin



## 12. Rangka Belt trussed dan inti (*Belt trussed frame and core*)

Sabuk rangka mengikat kolom-kolom tepi pada core sehingga mengurangi aksi yang timbul pada setiap kolom dari rangka core. Batang pengukuh (bracing) ini disebut “cap trussing” bila terletak pada puncak bangunan, dan disebut “belt trussing” bila terletak pada bagian bawahnya.

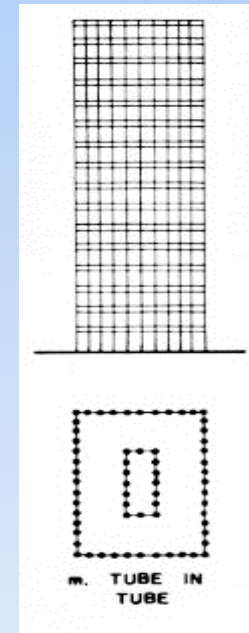
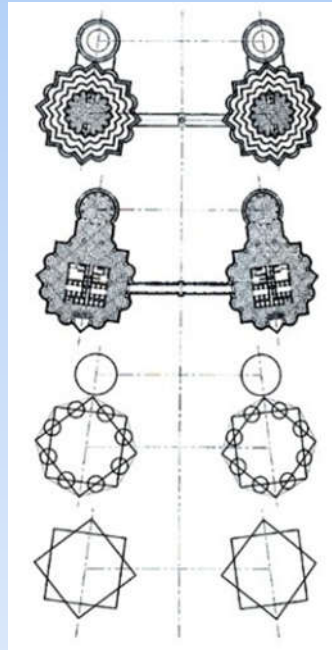


SWFC

### 13. Tabung dalam tabung (*Tube in tube*)

Kolom-kolom dan balok-balok eksterior tersusun saling berdekatan sehingga nampaknya dari facade bangunan sebagai dinding dengan lubang-lubang pembukaan sebagai jendela. Keseluruhan bangunan bekerja sebagai tabung diatas muka tanah dengan core dalam membentuk tabung yang meningkatkan kekakuan bangunan dengan cara membagi beban dengan tabung luar.

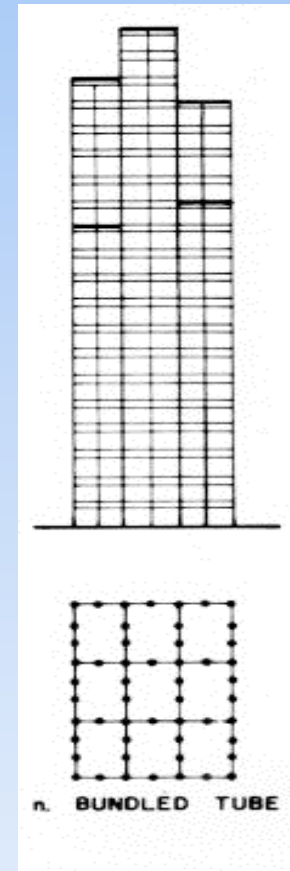
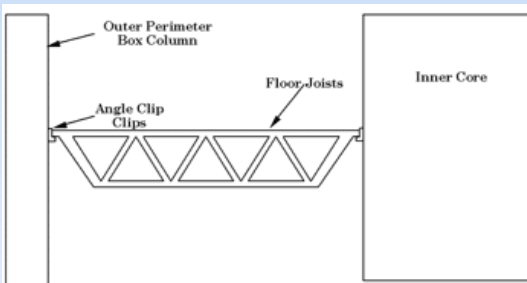
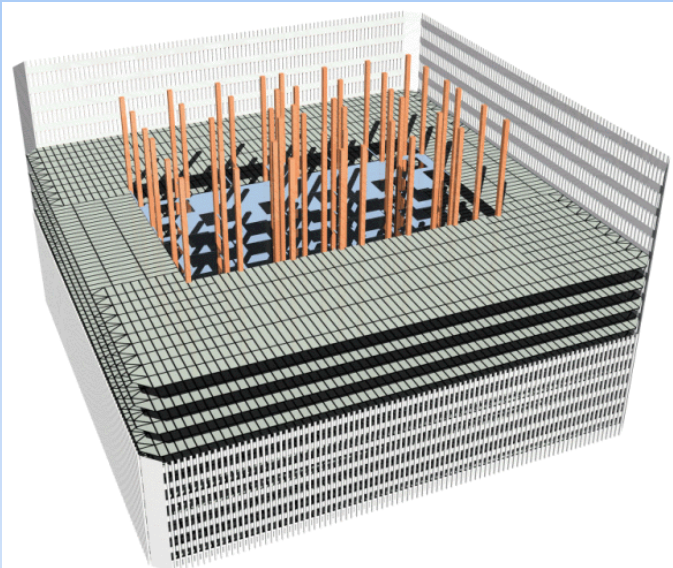
Petronas Tower, KL





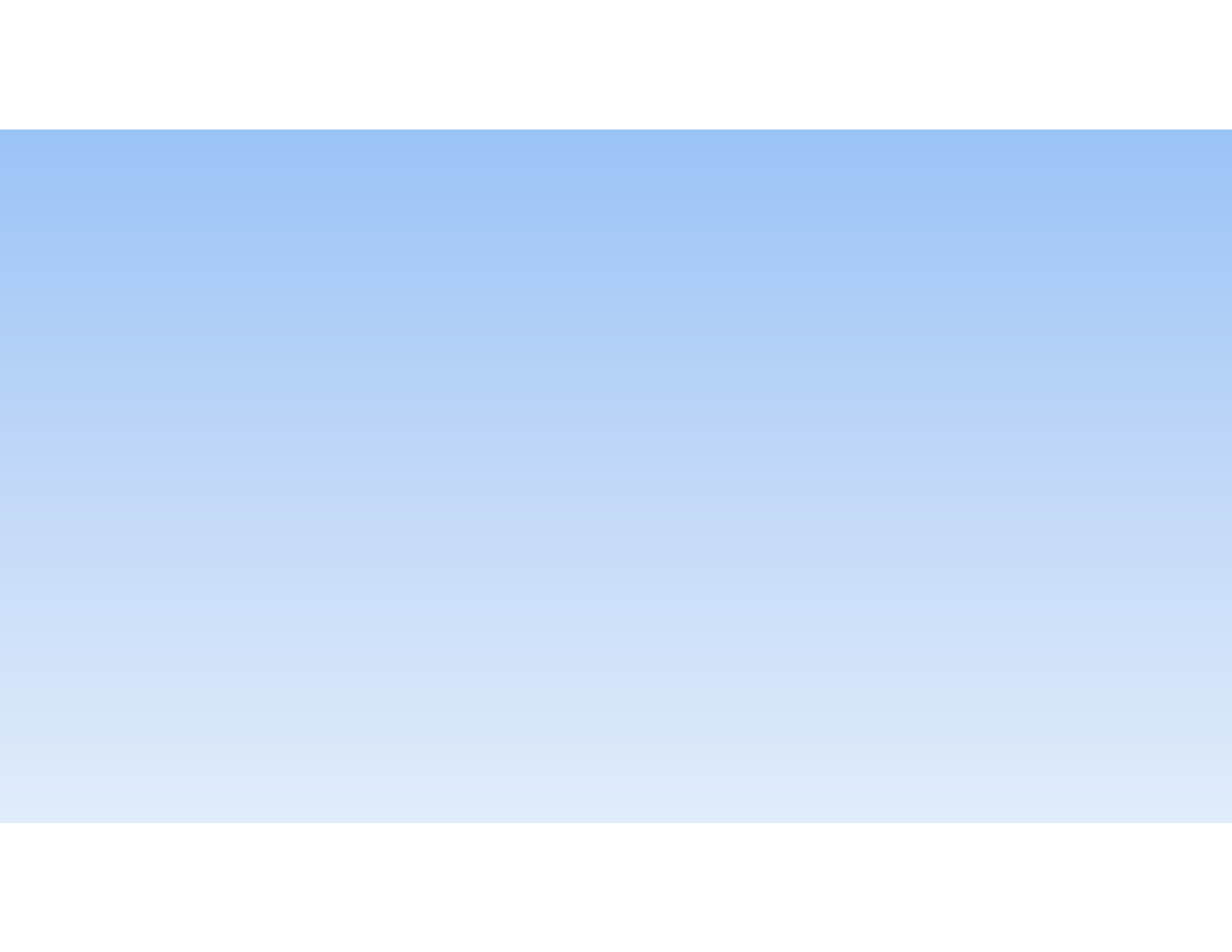
#### 14. Kumpulan tabung (*Bundled tube*)

Dalam sistem ini terdiri atas gabung beberapa buah tabung yang akan meningkatkan kekakuan, sehingga memungkinkan mencapai ketinggian bangunan optimal dengan luasan lantai maksimal.



TERIMA KASIH







## STRUKTUR BENTANG LEBAR

Bangunan bentang lebar merupakan bangunan yang memungkinkan penggunaan ruang bebas kolom yang selebar dan sepanjang mungkin. Yang dibagi menjadi dua golongan yaitu :

### 1. Bangunan lebar sederhana

Bentang lebar sederhana berarti bahwa konstruksi bentang lebar yang ada dipergunakan langsung pada bangunan berdasarkan teori dasar dan tidak dilakukan modifikasi pada bentuk yang ada.

### 2. Bangunan lebar kompleks

Merupakan bentuk struktur bentang lebar yang melakukan modifikasi dari bentuk dasar, bahkan kadang dilakukan penggabungan terhadap beberapa sistem struktur bentang lebar. Dalam Schodek, 1998, struktur bentang lebar dibagi ke dalam beberapa sistem struktur yaitu: 1. Struktur rangka batang dan rangka ruang 2. Struktur furnicular, kabel & pelengkung 3. Struktur plan & Grid 4. Struktur membran meliputi pneumatik dan struktur tent(tenda) & net (jaring) 5. Struktur cangkang

# KLASIFIKASI STRUKTUR

Dasar pengklasifikasi struktur bisa dilihat dari berbagai macam sudut pandang : a. Berdasarkan bentuk fisik konstruksi geometri : elemen garis / permukaan, lurus /lengkung) b. Sifat fisik dasar konstruksi ( kaku , tak kaku ) c. Material ( kayu , baja , beton bertulang )

## SISTEM STRUKTUR ARCH ( LENGKUNG)

Sistem lengkung dibentuk oleh elemen garis yang melengkung dan membentang di antara dua titik. Pada umumnya terdiri atas potonganpotongan kecil yang mempertahankan posisinya akibat adanya tekanan dari beban Pelengkung dengan tiga sendi dapat berupa struktur yang terdiri atas dua bagian kaku yang saling dihubungkan oleh sendi dan mempunyai tumpuan sendi. Apabila kedua segmen tidak membentuk

funicular

untuk satu kondisi beban, dan ini juga umum terjadi, sebutan

“pelengkung” tentunya agak keliru. Meskipun demikian, sebutan “pelengkung” pada struktur tiga

sendi ini masih secara umum digunakan, baik untuk yang bentuknya

funicular

maupun yang tidak. Struktur pelengkung tiga sendi

dikembangkan oleh rekayasawan Prancis dan Jerman pada pertengahan abad ke-19, khususnya untuk mengatasi kesulitan perhitungan pada jenis pelengkung sebelumnya (pelengkung jepit). Adanya sendi pada puncak dan fondasi struktur memungkinkan adanya gaya internal maupun gaya vertikal dihitung secara tepat sehingga bentuk funicular untuk setiap bagian dapat dengan tepat ditentukan.

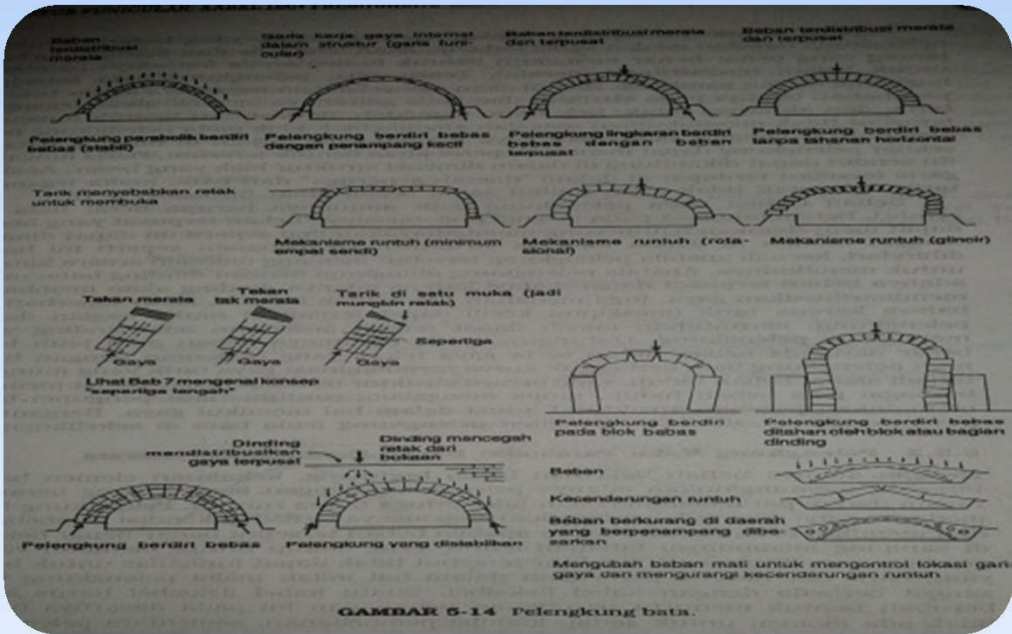


# ANALISA DAN DESAIN PELENGKUNG

## Pelengkung Bata

Pelengkung bata mendasarkan kemampuan pikul bebannya pada bentuk geometri yang lengkung,yang hanya menyebabkan gaya tekan pada balok

—  
balok yang berdekatan.bata secara alamitidak mampu menahan tegangan tarik yang menyebabkan retak mendadak dan ketidak stabilan pada seluruh struktur .Analisa perubahan bentuk tersebut digunakan oleh rekayasawan pada masa silam untuk memahami perilaku pelengkung bata .



## **Pelengkung Kaku Parabolik : Beban terdistributor merata**

Dengan adanya bahan baja dan beton bertulang. Kekakuan elemen bahan tersebut memungkinkan adanya pelengkung dengan bentuk beraneka ragam dan dapat memikul beban tak terduga tanpa runtuh. Pelengkung kaku modern sering dibentuk berdasarkan respon terhadap kondisi pembebanan dan memikul beban secara tekan apabila beban tersebut benar bekerja dan mempunyai tahanan lentur yang cukup untuk memikul variasi pembebanan. tentu saja struktur tersebut tidak dapat furnicular untuk beban yang baru ini. karena perbedaan dalam hal inilah maka pelengkung kaku sangat berbeda dengan kabel fleksibel. Suatu kabel fleksibel harus selalu berubah menurut perubahan beban, sementara pelengkung kaku akan tidak ada momen untuk satu kondisi pembebanan, dan mampu memikul kondisi lain sambil mengalami momen. Menganalisa pelengkung parabolic untuk beban titik merupakan hal yang sulit dan diluar ruang lingkup. beban demikian jelas menimbulkan lentur, beban terpusat berjarak dekat akan mendekati beban terbagi rata, sehingga lentur tidak akan begitu besar

### **Pelengkung Furnicular : Beban terpusat**

Dapat memikul semua beban secara aksial tekan dapat ditentukan untuk kondisi pembebanan lain. untuk sederetan beban terpusat, tinggi maksimum ditentukan, dengan tinggi

## **Pelengkung Furnicular :**

Beban terpusat

Dapat memikul semua beban secara aksial tekan dapat ditentukan untuk kondisi pembebanan lain. untuk sederetan beban terpusat, tinggi maksimum ditentukan , dengan tinggi

—

tinggi yang lain sehubungan dengan beban

—

beban lainnya dihitung berdasarkan efek rotasional pada potongan benda bebas terhadap sembarang titik pada lengkung sama dengan nol (karena tidak dapat momen)

**Pelengkung Tiga Sendi**

Berupa struktur yang terdiri atas dua bagian kaku yang saling dihubungkan oleh sendi dan mempunyai tumpuan sendi . Apabila kedua segmen tidak membentuk furnicular untuk satu kondisi beban, khususnya untuk mengatasi kesulitan perhitungan pada jenis pelengkung sebelumnya (pelengkung jepit)

Keuntungan tiga sendi :

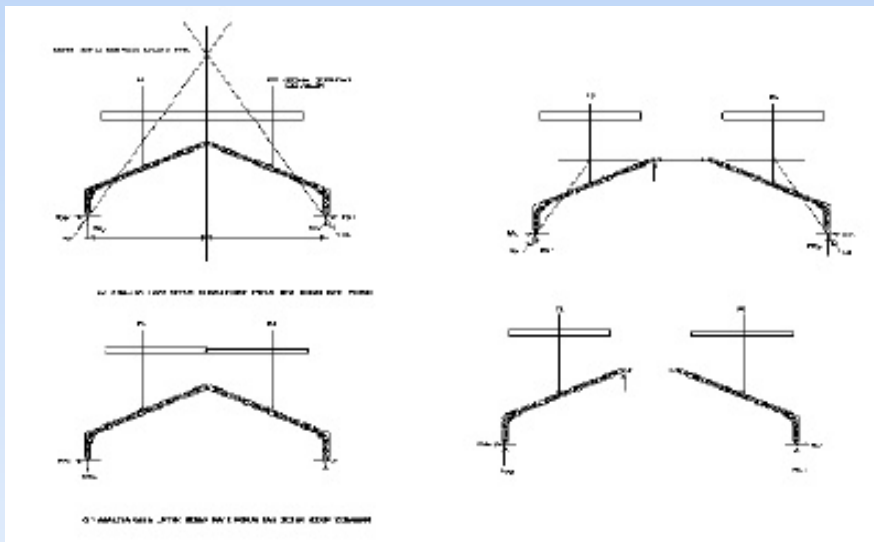


1.

Adanya sendi pada puncak dan pondasi struktur memungkinkan adanya gaya internal maupun gaya vertical dihitung secara tepat sehingga bentuk funicular untuk setiap bagian dapat dengan tepat ditentukan.

2.

Pelengkung 3 sendi memungkinkan terjadinya rotasi relative antara elemen-elemen struktur sehingga mengurangi tegangan akibat ekspansi dan kontraksi temperatur.



Setelah dimensi dari struktur itu diketahui, sangat penting kemudian menentukan beban apa saja yang ditanggung dari struktur. Beban disain biasanya dispesifikasi oleh peraturan bangunan yang berlaku. Untuk wilayah hukum Indonesia digunakan [SNI 03 1727 1989](#) Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung. Ada dua jenis beban pada struktur yang harus dipertimbangkan dalam desain. Tipe pertama ini disebut dengan

### **Beban mati**

yang merupakan berat dari kumpulan setiap anggota struktur maupun berat objek benda yang ditempatkan secara permanen. Sebagai contoh, kolom, balok, balok penopang (girder), pelat lantai, dinding, jendela, plumbing, alat listrik, dan lain sebagainya. Kedua adalah

### **Beban hidup**

, yang mana beban yang bergerak atau bervariasi dalam ukuran maupun lokasi. Contohnya adalah beban kendaraan pada jembatan, beban pengunjung pada gedung, beban hujan, beban salju, beban ledakan, beban gempa, dan beban alami lainnya.

### **Beban angin**

Bila struktur merintang aliran angin, energi kinetik angin dikonversikan ke dalam energi potensial tekanan, yang menyebabkan terjadinya suatu pembebanan angin. Efek angin pada struktur bergantung pada kerapatan dan kecepatan udara, sudut datang angin, bentuk dan kekakuan struktur dan kekesaran permukaannya. Pembebanan angin bisa ditinjau dari pendekatan [statik](#) maupun [dinamik](#).

### **Beban gempa**

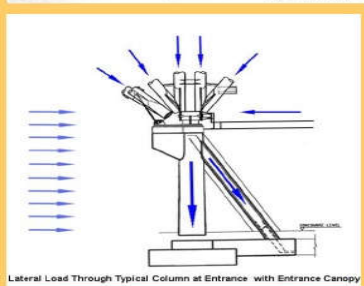
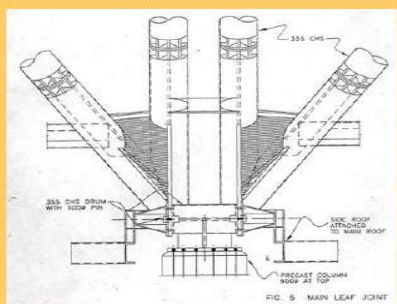
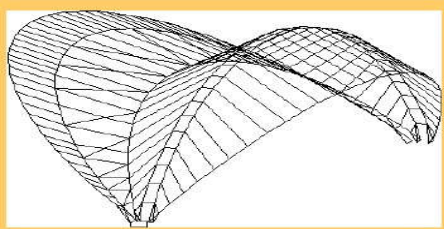
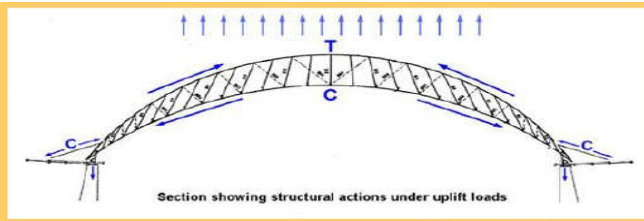
menghasilkan pembebanan pada suatu struktur melalui interaksi gerakan [tanah](#) dan karakteristik respon struktur. Pembebanan ini merupakan hasil dari distorsi struktur yang disebabkan oleh gerakan tanah dan kekakuan struktur. Besarnya bergantung pada banyak dan tipe percepatan gerak tanah, masa dan kekakuan struktur. Pembebanan dan analisis gempa di Indonesia merujuk pada SNI 03 1726 2010 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.



## Tekanan Hidrostatik dan Tekanan Tanah

Bila struktur-struktur digunakan untuk menahan [air](#), tanah atau materi glanural, tekanan yang dihasilkan oleh beban-beban ini menjadi suatu kriteria desain yang penting. Contohnya adalah bendungan atau dinding penahan (retaining wall ). Disini hukum-hukum [hidrostatik](#) dan [mekanika tanah](#) dipakai untuk menentukan pembebanan struktur.

Struktur arc dan kolom penopangnya yang digunakan sebagai struktur bangunan



TERIMA KASIH

