



UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA Y.A.I

FAKULTAS TEKNIK

Kampus D : Jl. Salemba Raya 7/9 A Jakarta 10340, Indonesia

Telp : (021) 3914075-76-81, Fax : (021) 3147910

Website : www.yai.ac.id, E-mail : fti.upi@yai.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor : 150/ST/FT- UPI Y.A.I/III/2023

Yang bertandatangan di bawah ini Dekan Fakultas Teknik Universitas Persada Indonesia Y.A.I, menerangkan bahwa :

Nama Dosen : Ir. Harry Rendra., MM
Jabatan : Dosen Program Studi Arsitektur

Kami tugaskan untuk membuat Diktat Kuliah Mata Kuliah Teknologi Bangun Bentang Lebar untuk menunjang perkuliahan Teknologi Bangun Bentang Lebar periode Genap 2022 - 2023 Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik UPI Y.A.I.

Demikianlah surat Tugas ini kami buat untuk diketahui dan dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 1 Maret 2023
Fakultas Teknik
Universitas Persada Indonesia Y.A.I
Dekan

Dr. Ir. Fitri Suryani. MT

Mata kuliah :

TEKNOLOGI BANGUNAN III
STRUKTUR BENTANG LEBAR

Dosen

Ir Harry rendra MM

PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR
UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA YAI

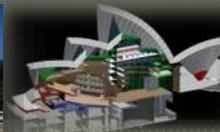
S A P Tek Ban 3 (Struktur khusus)

◎ Tujuan Instruksional Umum (TIU):

Mahasiswa dapat memahami struktur khusus (struktur bentang lebar) struktur lipat, struktur shell, struktur membrane, struktur kabel, struktur Pneumatik dan struktur rangka ruang

◎ Daftar Pustaka:

1. Daniel Schodeck (Structure
2. T.Y.Lin & S.D Stoterburg (Structural Concepts & system for Architect & Engineer
3. Mario Salvadori (Structure Design In Architecture)
4. Robert E.Fisher (New Structure)
5. Sutrisno (Bentuk Struktur Bangunan dalam Arsitektur Modern



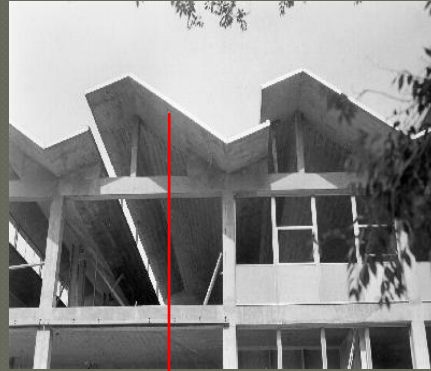
Berbagai macam bentuk struktur bentang lebar



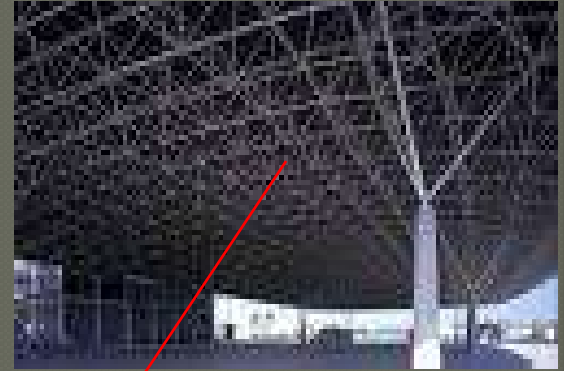
1. Shell



2. Air support/PNEUMATIS



4. Folded



3. Rangka ruang



5. Membran



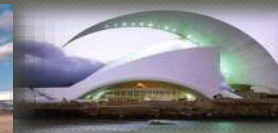
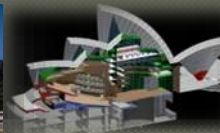
6. Suport



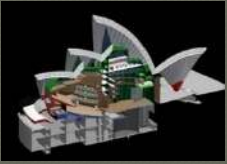
7. Struktur Portal



8. Kabel



SPACE FRAME SHELL



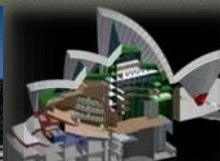
PENGERTIAN Struktur

→ struktur adalah obyek fisik yang nyata

Struktur adalah sebuah sistem,

artinya gabungan atau rangkaian dari berbagai macam elemen-elemen yang dirakit sedemikian rupa hingga menjadi satu kesatuan yang utuh.

- Sistem yang baik adalah setiap elemen-elemen yang tergabung saling bahu membahu, bersinergi, kerjasama, kompak dan solid untuk mencapai apa yang menjadi tujuannya.
- Sistem struktur pada dasarnya harus dapat menahan beban yang diterimanya dari luar maupun dari dalam untuk disalurkan keluar sistem struktur tersebut – ketanah melalui elemen pondasi.
- Sistem struktur dalam bangunan arsitektural harus dapat melindungi bangunan dan seisinya dari pengaruh beban-beban dari luar.
- Elemen Struktur dapat dibagi menurut Struktural dan Nonstruktural, Elemen Sistem Struktur Atas (Upper Structure) dan Elemen Sistem Struktur BawahSub-Structure





Struktur Shell

- Shell adalah bentuk struktural tiga dimensional yang kaku dan tipis yang mempunyai permukaan lengkung.
- Shell harus didirikan dari material yang dapat dilengkungkan seperti beton bertulang, kayu, logam, bata, batu, atau plastik.

Persyaratan Struktur Shell

Suatu struktur shell harus mempunyai tiga syarat, yaitu sebagai berikut:

1. Harus memiliki bentuk lengkung, tunggal, maupun ganda (single or double curved)
2. Harus tipis terhadap permukaan atau bentangnya
3. Harus dibuat dari bahan yang keras, kuat, ulet dan tahan terhadap tarikan dan tekanan.



Bentuk Struktur Shell

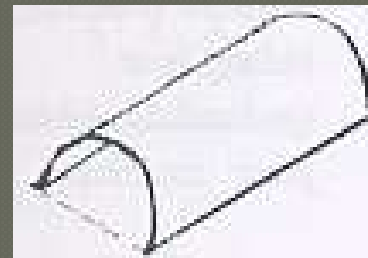
1. Bentuk **Struktur Bidang Lengkung Tunggal** → Sistem struktur Bidang Lengkung Tunggal merupakan suatu struktur setengah / sebagian dari suatu pipa bulat yang besar, yang terbuat dari bahan beton tipis yang melengkung yang disebut **barrel**.

Bentuk cangkang Barrel :

- Cangkang barrel yang pendek



- Cangkang barrel yang panjang

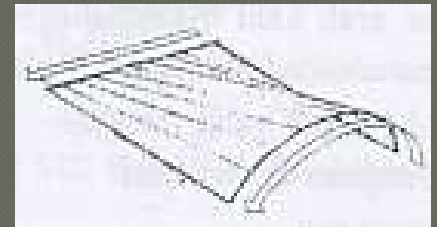


2. Bentuk Struktur **Bidang Lengkung Rangkap Berbalikan (Anticlastic)**

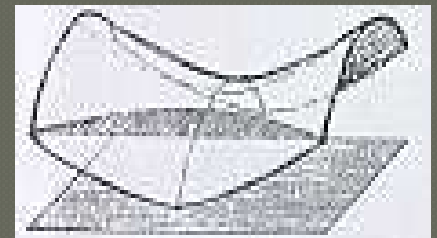
Struktur bidang lengkung rangkap berbalikan merupakan suatu bentuk pelana dengan arah lengkungan yang berbeda pada setiap arahnya.

Struktur bidang lengkung berbalikan dapat di bagi dalam beberapa macam tipe :

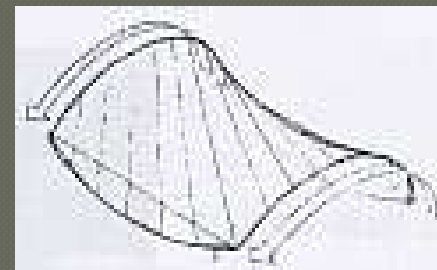
- **Struktur Konoid (Conoid)** : Pada suatu sisi bidang persegi empat datar dan juga membuat garis lengkung pada sisi yang berlawanan. →



- **Struktur Hyperbolic Paraboloid** : Pada suatu sumbu dibuat bidang lengkungan cembung sepanjang sumbu lengkung cembung. →

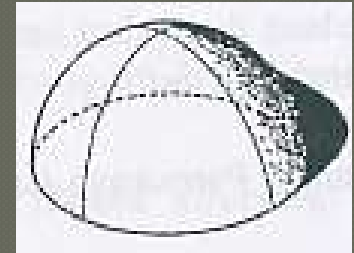


- **Struktur Hyperboloid** : Memutar garis – garis lurus pada sebuah silinder menurut sumbu pusatnya yang vertikal. Potongan ini membujur dari bidang ini akan didapat Hiperbola. →

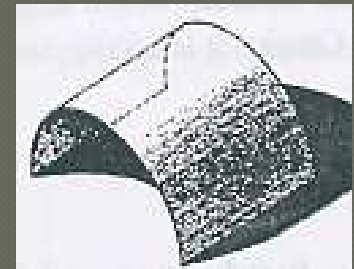


Shell bentuk lengkung tunggal mengalami perkembangan bentuk :

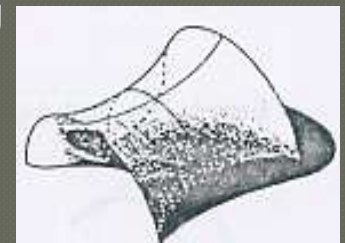
1. Permukaan Rotasional (Synclastic) : Permukaan dari kurva yang di putar terhadap sumbu dengan pelengkungan rangkap searah.



2. Permukaan yang Translasional (Developeable) : Permukaan kurva yang diatas kurva lainnya. Lengkungannya searah sehingga dapat disebut cangkang barrel.



3. Permukaan Ruled (Anticlastic) : Permukaan yang dibentuk dengan menggeserkan dua ujung segmen dengan lengkungannya yang tidak searah / berbalikan, dapat disebut *hyperbolic paraboloid* dan *conoid*.



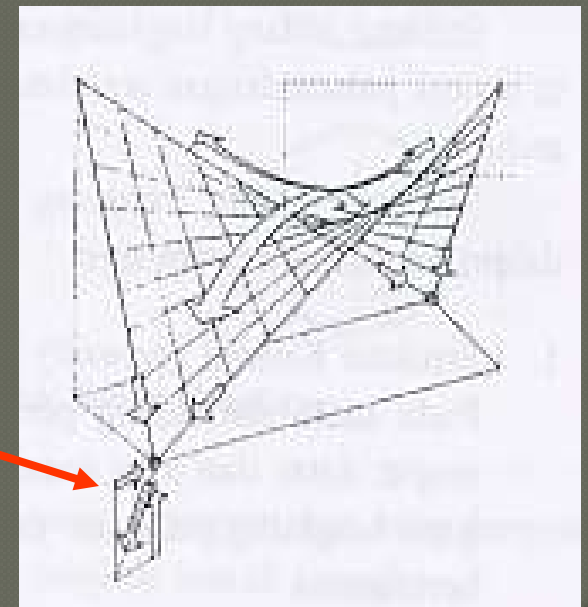
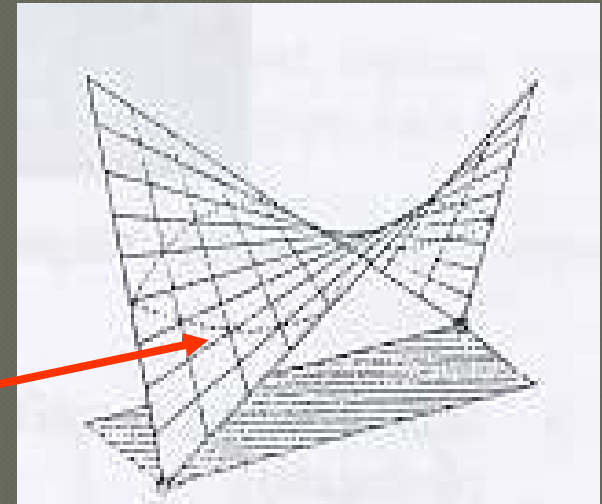
4. Permukaan Freeform : Permukaan dari kombinasi antara rotasional, translasional, ruled.



Kekakuan Struktur Shell

Gaya yang terjadi pada bidang pelengkungan rangkap berbalikan yang berbentuk pelana berkaitan dengan arah lengkungnya. Arah gaya tekan mengikuti lengkungan cembung, sedangkan gaya tarik mengikuti lengkungan cengkung.

Demikian juga gaya yang disalurkan ke pondasi akan memberikan gaya tekan ke arah kaki *hyperbolic paraboloid* atau gaya tarik menarik antar *sloof* yang menghubungkan kedua kaki bangunan



2. Struktur bidang **lengkung rangkap** : merupakan suatu struktur setengah / sebagian dari suatu bola bulat yang besar, yang terbuat dari bahan beton tipis yang melengkung yang disebut **cangkang (shell)**

Ada 2 macam bentuk struktur Bidang Lengkung Rangkap :

- a. Searah (Synclastic)
- b. Berbalikan (Anticlastic)

a. Permukaan rotasional (synclastic/searah) : Permukaan dari kurva yang diputar terhadap sumbu dengan pelengkungan rangkap searah. Cangkang lengkung tunggal dapat **disusun** dengan berbagai cara :

1. Bentuk yang continue / terus – menerus



2. Bentuk yang tidak continue



3. Bentuk yang dilipat



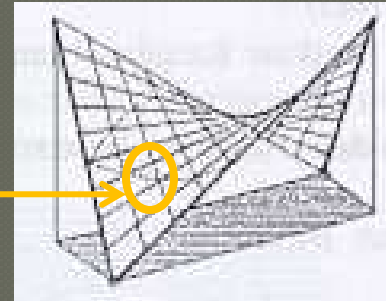
4. Bentuk yang bebas



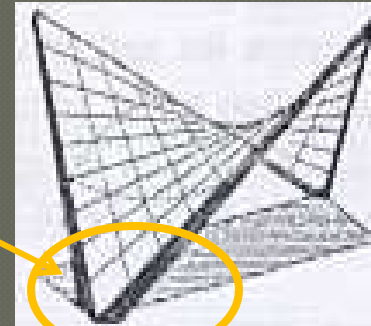
Kestabilan Struktur

Untuk memberikan tambahan kestabilan bangunan diperlukan beberapa cara :

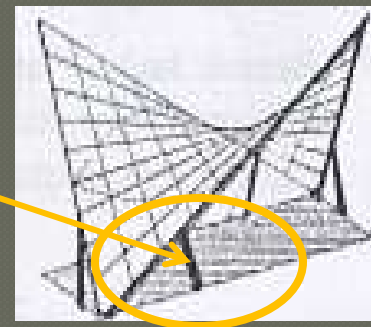
1. Menambah kabel pada puncak –
puncak bangunan



2. Memperbesar kaki penyangga



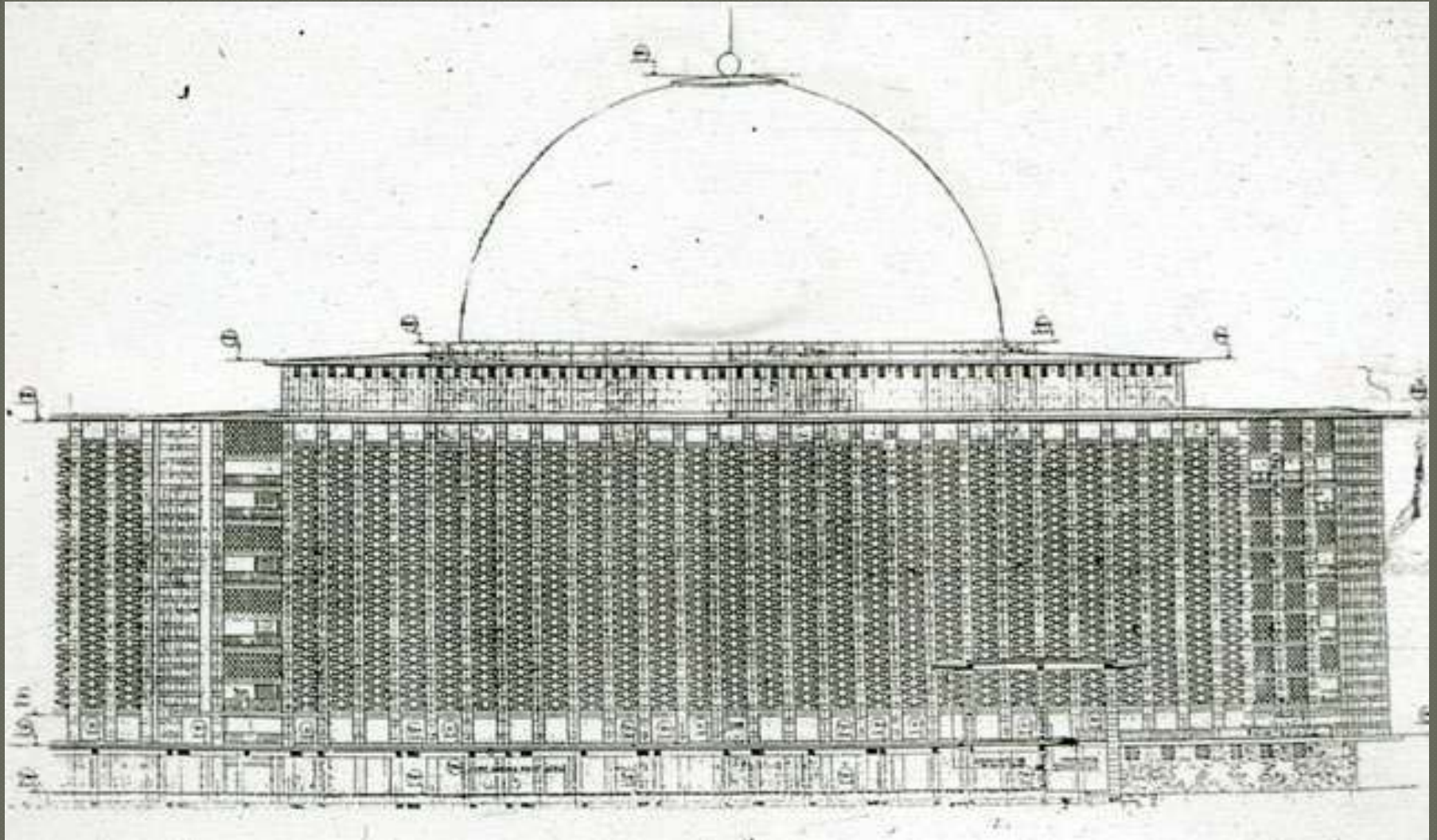
3. Menambah tambahan kaki untuk
menahan kaki penyangga



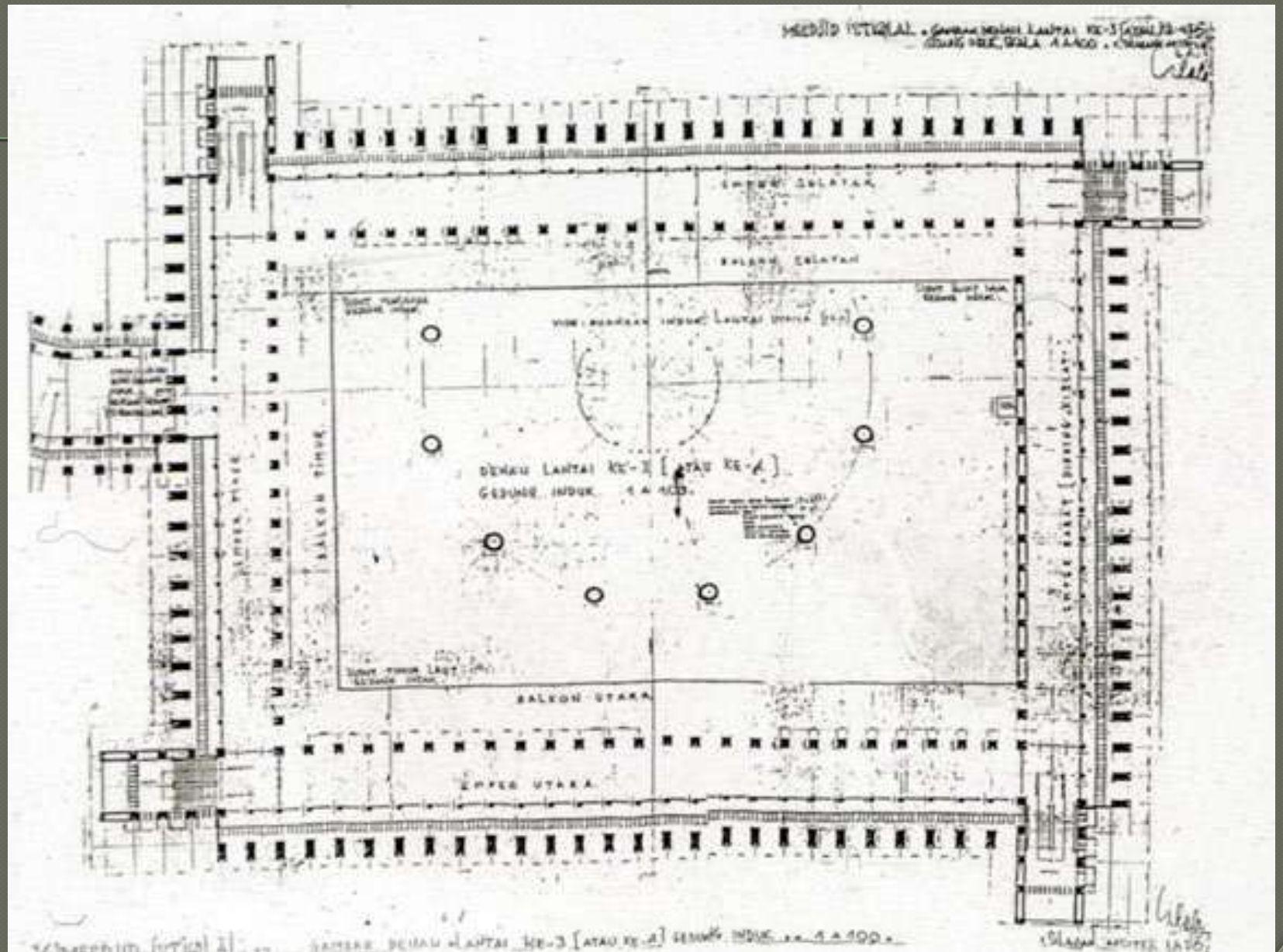
Kubah pada masjid istiqlal,jakarta



SHELL STRUCTURE / STRUKTUR CANGKANG
yang menggunakan struktur cangkang pada kubahnya



Gambar tampak masjid



Floor plan masjid istiqlal



Tampak interior kubah masjid istiqlal

Contoh

Proses pembangunan struktur Shell pada bangunan

1. PEMASANGAN BEGESTING PADA TAHAP AWAL



IC dome supporting structure in position

2. PERANKAIAN TULANGAN BESI



Reinforcement layout of IC dome

**ALAT BANTU YANG DIGUNAKAN UNTUK MEMBENGGOKAN BESI
SEBAGAI TULANGAN**



**Decoilers used for erection
of pre-stressing cables**

3. PROSES PENGECORAN



Pre-stressing cable layout of IC dome



Last pour of IC dome under completion

4. Tahap penyelesaian



IC Dome after completion of concreting

PASCA PENGECORAN



Soffit formwork of IC dome

SPACE FRAME STRUCTURE

SPACE FRAME STRUCTURE (STRUKTUR RANGKA RUANG)

- Merupakan sistem struktur rangka 3 dimensi yang membentang 2 arah, dimana batang – batangnya hanya mengalami **gaya tekan** dan **tarik** saja.
- Space frame merupakan susunan modul yang diatur dan disusun berbalikan antar modul satu dengan lainnya sehingga gaya-gaya yang terjadi menjalar mengikuti bentuk modul – modul yang tersusun. Modul ini satu sama lain saling menguatkan, sehingga sistem struktur ini **tidak mudah goyah**.
- Karena struktur ini merupakan bentang lebar maka di butuhkan suatu **alat penyambung** yang mengikat modul yang satu dengan yang lain.

SPACE FRAME STRUKTUR (Struktur Ruang)



- Cirinya- cirinya
- Mempunyai bentangan yang lebar.
- Materialnya terbuat dari besi, baja almunium.
- Terdiri dari batang-batang.
- Mampu memikul beban sendiri.

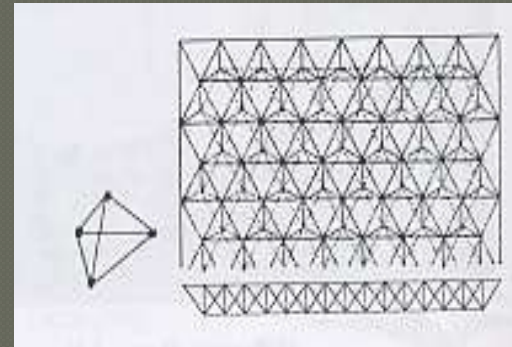
CIRI dan SIFAT KONSTRUKSI RANGKA RUANG

- ✧ Terdiri dari batang-batang (rangka)
- ✧ Mempunyai ruang (3 dimensi)
- ✧ Mampu memikul beban sendiri dan luar

MODUL UNIT RUANG

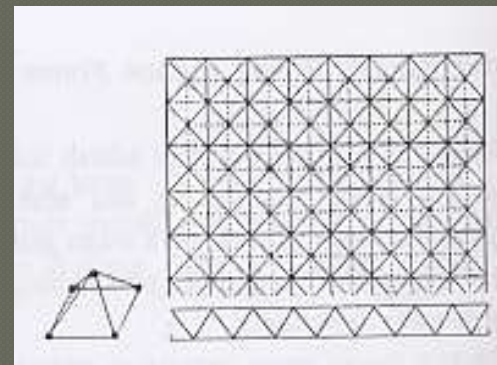
Modul unit ruang yang digunakan didalam menyusun rangka space frame berupa unit dengan bentuk :

1. Unit **segitiga** horizontal dengan empat bidang segitiga miring



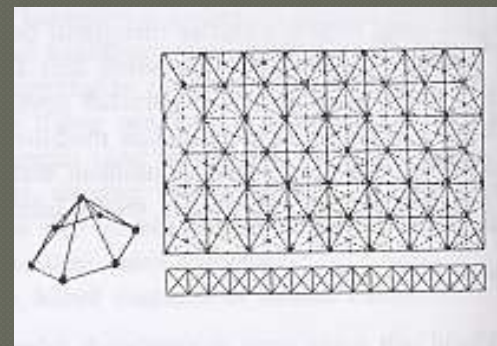
Unit ruang 1

2. Unit **segiempat** horizontal dengan empat bidang segitiga miring



Unit ruang 2

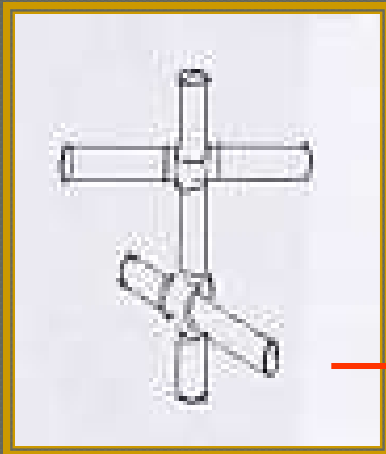
3. Unit **segienam** horizontal dengan empat bidang segitiga miring



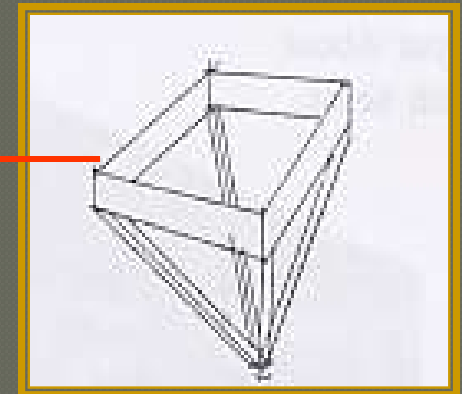
Unit ruang 3

ALAT DAN SISTEM PENYAMBUNGAN

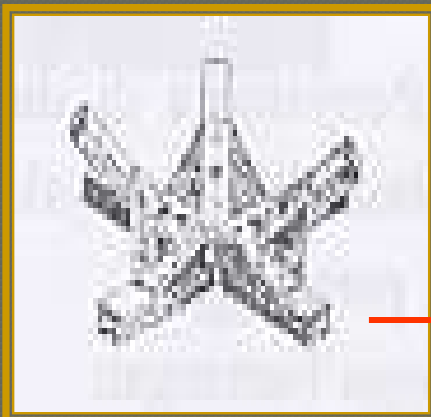
Hubungan beberapa batang dengan batang lainnya menggunakan konstruksi sambungan, supaya pemasangan / penyambungan mudah dan dapat menyalurkan gaya – gaya yang terjadi.



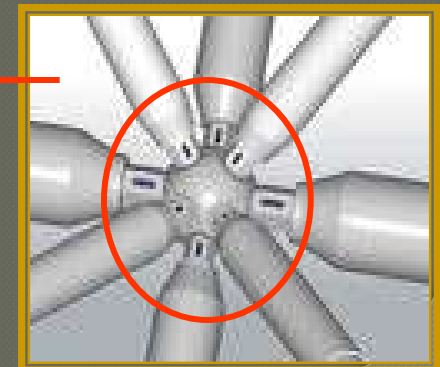
→ **Sistem
*Mannesmann***



Sistem *Takenaka* ←



→ **Sistem *Unistrud***



**Sistem
*Mero*** ←

Struktur Rangka Ruang

- ⦿ Adalah komposisi dari batang-batang yang masing-masing berdiri sendiri memikul gaya tekan atau tarik sentris dan dikaitkan satu sama lain dengan sistem membentuk tiga dimensi.
- ⦿ Sistem sambungan rangka ruang :
 - 1.Sistem Manesmann
 - 2.Sistem Unistrud
 - 3.Sistem Tanaka
 - 4.Sistem Mero

SYSTEM PENYAMBUNGAN PADA STRUKTUR RANGKA RUANG

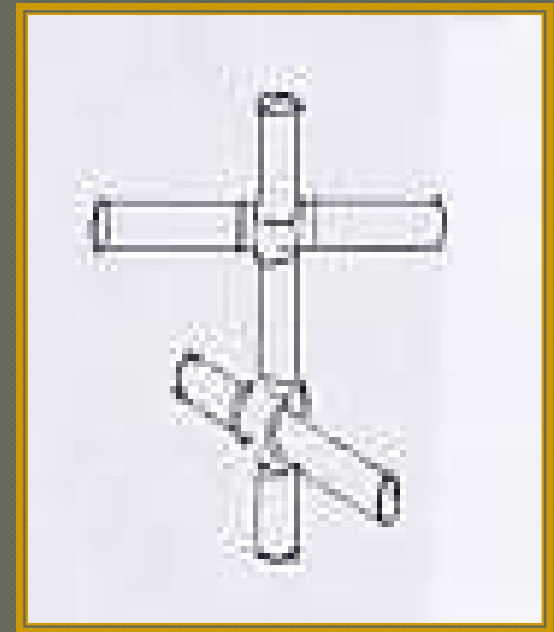
1. **SISTEM MANNESMANN**

◎ KELEBIHAN

Sangat variabel dalam pemakaian

◎ KEKURANGANNYA

- Daya dukung terbatas
- kelemahan statiknya terjadi hubungannya eksentrik sehinggamenimbulkan momen tambahan



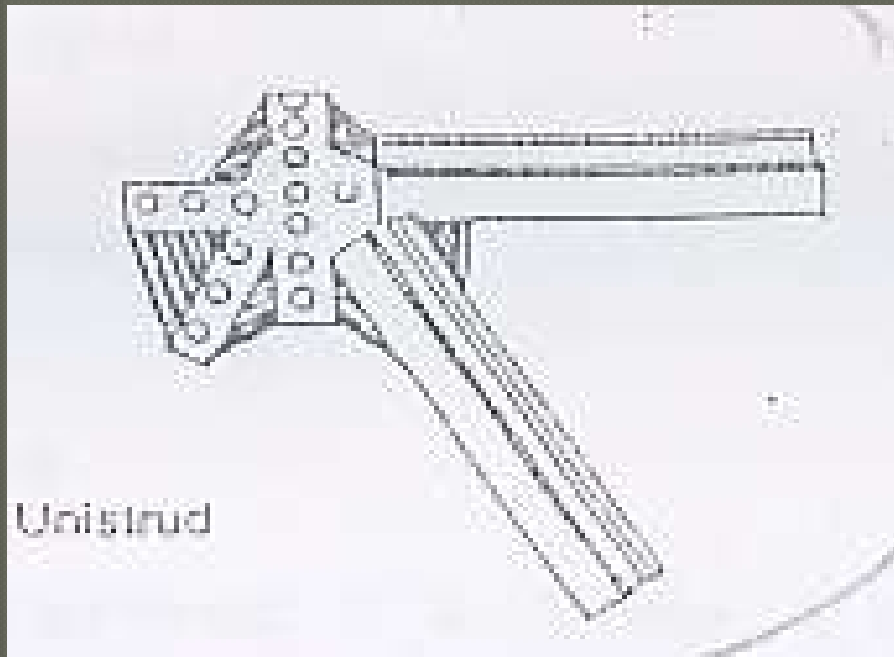
2. **SISTEM UNISTRUD**

○ KELEBIHANNYA

Dapat dihasilkan kombinasi yang baik

○ KEKURANGANNYA

- Secara statika kemungkinan terbatas
- Batas kemampuan mendukung ditentukan oleh gaya dukung maksimum dan momen-momen batang



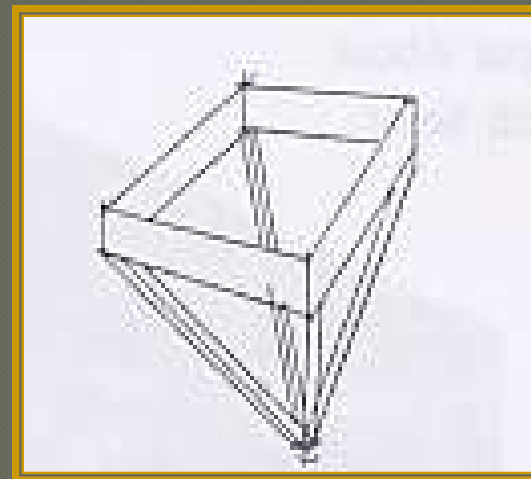
3. **SISTEM TANAKA**

■ **KELEBIHANNYA**

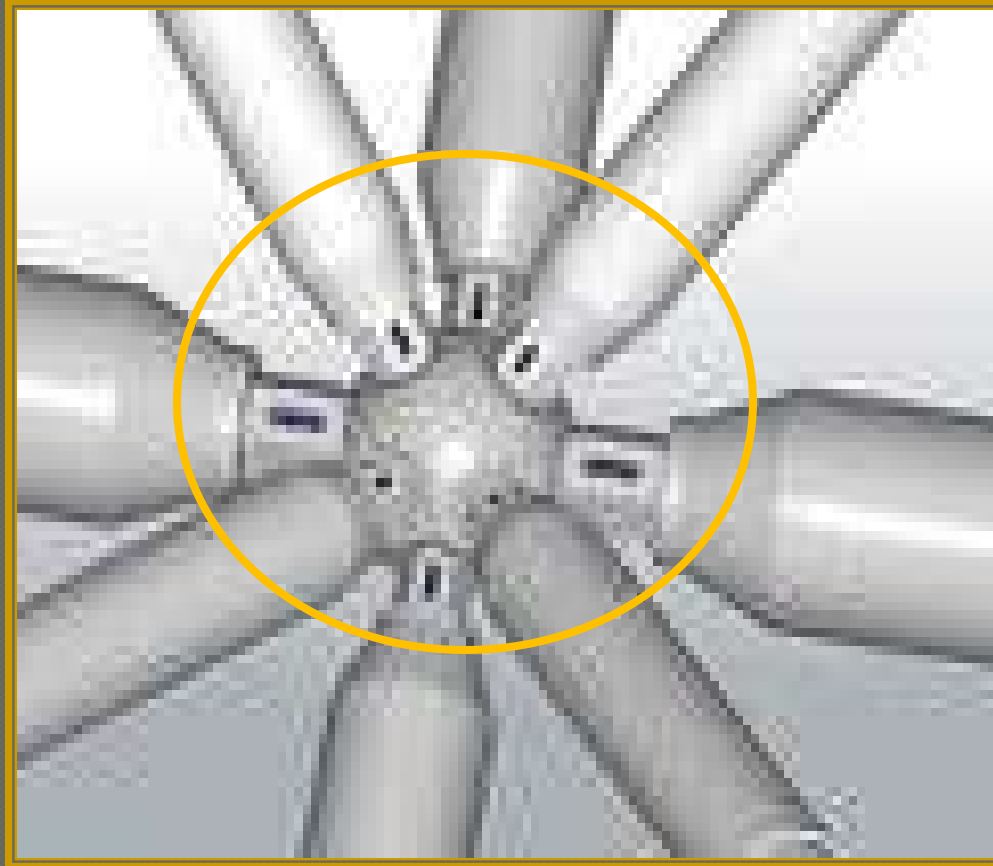
- Sifatnya yang mobil
- Dapat menyesuaikan gaya yang bermacam - macam dari berbagai arah

■ **KEKURANGANNYA**

- Biaya tinggi
- Tidak cocok untuk bangunan tingkat tinggi



4. Sistem mero

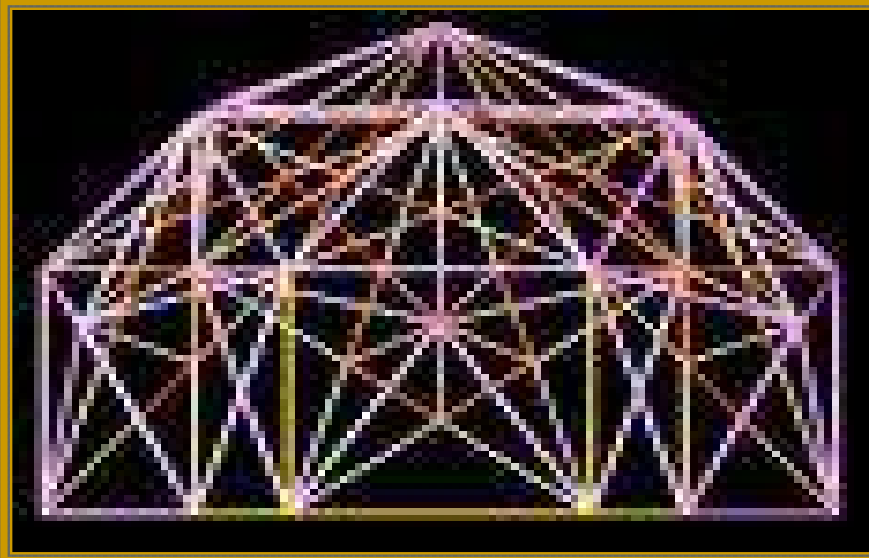


Bagian- bagian simpul Space Frame Struktur



- Simpul normal dibagi menjadi 18 bidang dan sudut sambungannya 45, 65, 90 derajat dan beberapa faktor kelipatannya. Hanya ada satu simpul baku suatu tipe yang ada dibuat dalam jumlah besar.
- Simpul mengatur sendiri secara otomatis bolak- balik, yang dikerjakan pada umumnya adalah 10 bidang yang hanya memperoleh pemboran sebanyak yang dibutuhkan untuk membangun kisi- kisi rangka ruang yang ruang sama sekali dan selalu terulang kembali.

≡ GAMBAR SPACE FRAME STRUCTURE



London City Hall



- **Architect : Norman Foster**
- **Location : London**
- **Date : 1998 to 2003**
- **Building types : government offices**
- **Construction system : space frame (glass)**
- **Height : 410 feet**



Sistem hubungan :
mero

Taman Menteng



- **Arsitek : Soebardi Rachim**
- **Lokasi : Taman Menteng**
- **Tahun : 2007**
- **Konstruksi : Rangka ruang**



Sistem hubungan :
manesmann
Dibantu dengan pipa-
pipa penyangga utama



STOCKHOLM GLOBE ARENA



SPEKIFIKASI BANGUNAN



Nama : Stockholm Globe Arena
Lokasi : Stockholm
Negara : Sweden
Arsitek : Svante Berg dan
larst vretbrad
Tahun : 1989
Penggunaan : Lapangan hockey

DIAMETER : 110 meter (361 kaki) suatu

TINGGI : 85 meter (279 kaki)

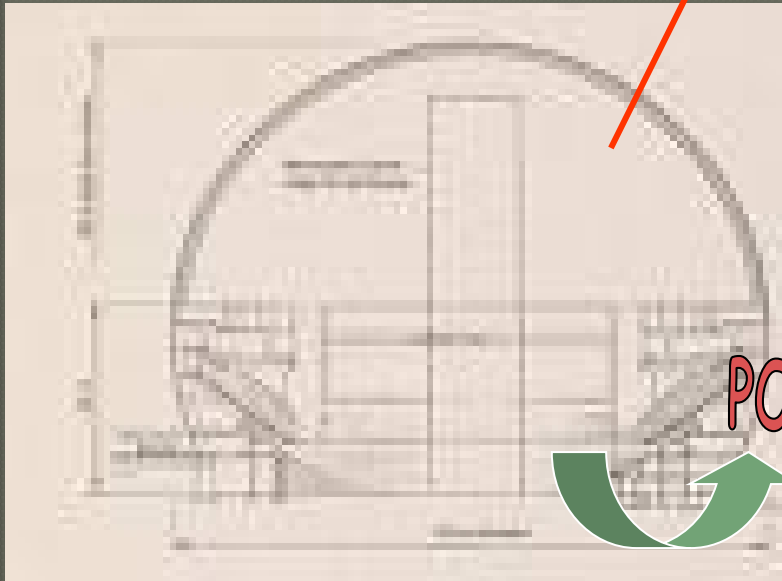
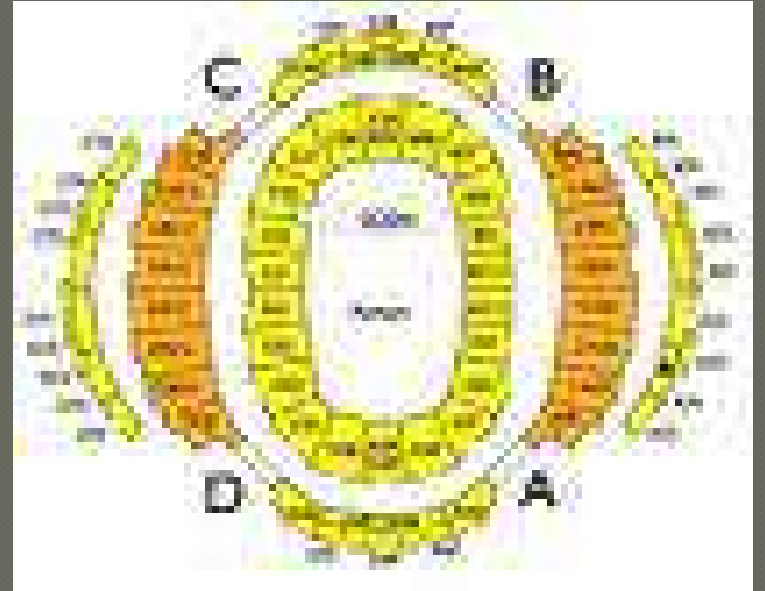
VOLUME : 600,000 meter berbentuk

KAPASITAS : 16,000 penonton

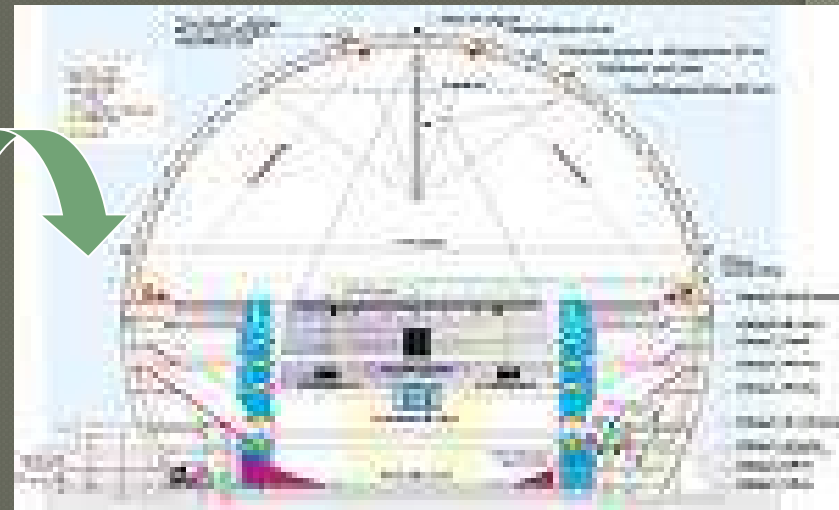


DENAH

SPACE FRAME
STRUCTURE

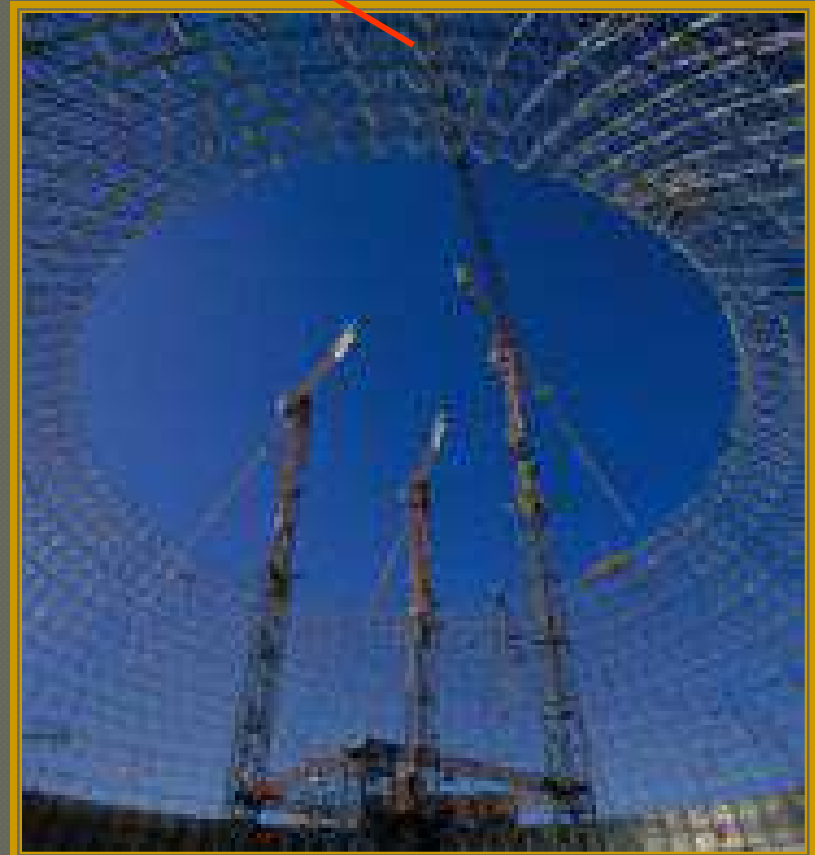
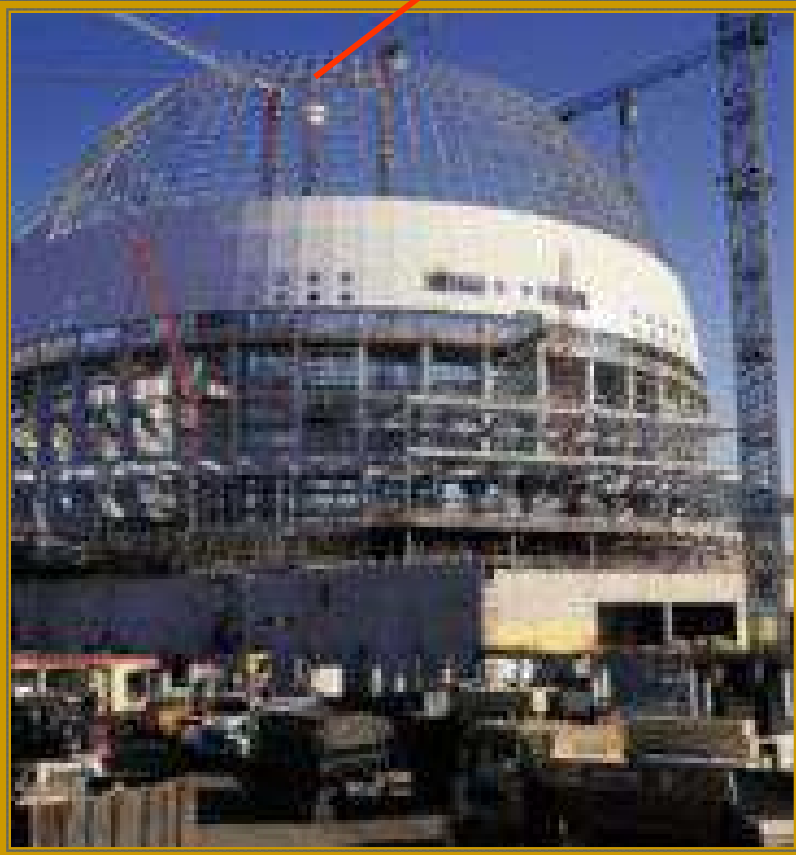


POTONGAN



GAMBAR KONSTRUKSI

**SPACE FRAME
STRUCTURE**



EDEN PROJECT

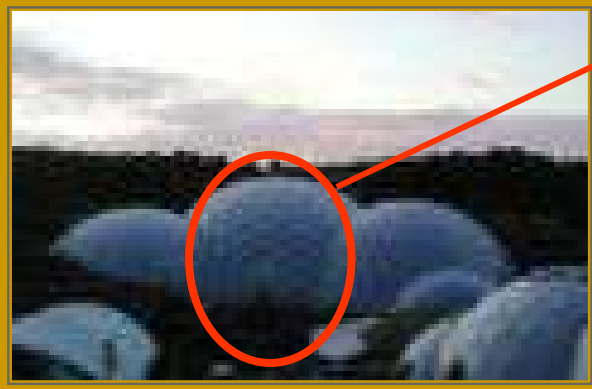




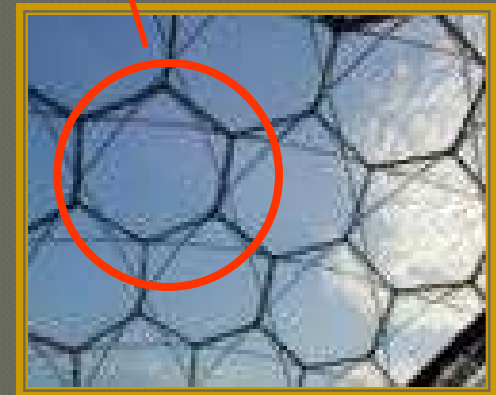
Nama : **Eden Project**
Lokasi : **St Austell, Cornwall**
Negara : **Inggris**
Arsitek : **Nicholas Grimshaw**
Tahun : **2001**
Penggunaan : **Rumah tumbuh - tumbuhan**
Struktur : **Space Frame**

GAMBAR KONSTRUKSI

BIOMES



Space frame (hex-tri-hex)
bersudut 6 terbuat dari baja,
lalu pada lapisan luar diberi
lapisan UV-TRANSPARENT
ETFE film .



Le Grand Louvre

Le Grand Louvre



- Nama Bangunan : **LE GRAND LOUVRE**
- Fungsi Bangunan : “Pintu masuk” Museum
- Lokasi Bangunan : Paris, Perancis
- Arsitek Bangunan : I.M. Pei
- Tahun Penyelesaian : 1989
- Struktur Bangunan : STRUKTUR RANGKA RUANG(SPACE FRAME STRUCTURE)

DATA BANGUNAN

- Nama Bangunan : **LE GRAND LOUVRE**
- Fungsi Bangunan : “Pintu masuk” Museum
- Lokasi Bangunan : Paris, Perancis
- Arsitek Bangunan : I.M. Pei
- Tahun Penyelesaian : 1989
- Struktur Bangunan : **STRUKTUR RANGKA RUANG**
(SPACE FRAME STRUCTURE)



