

Struktur Bentang Lebar

Sistem Struktur Bentuk Aktif
(*Form Active Structural System*):
Struktur Pelengkung
(*Arch Structure*)

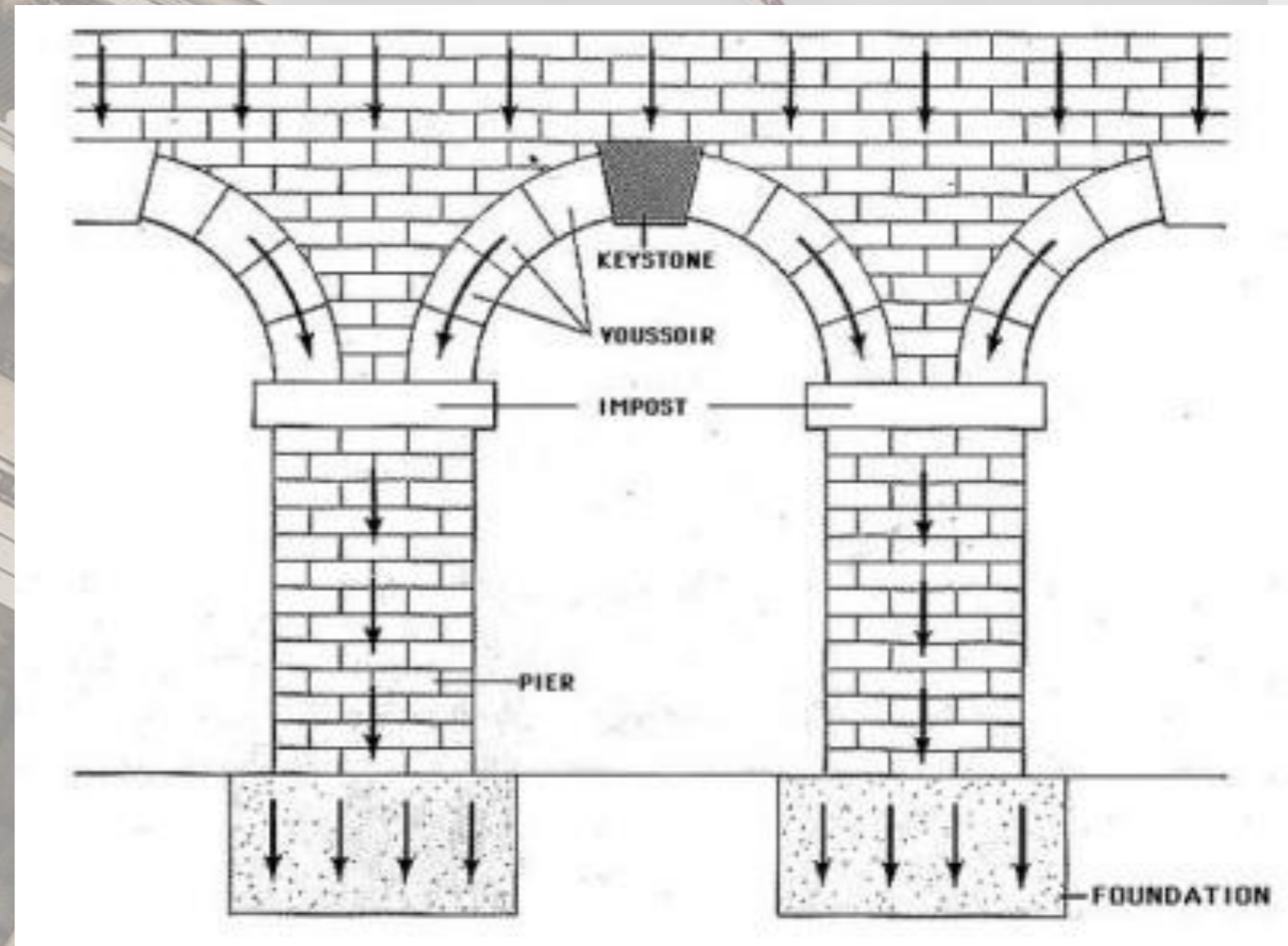
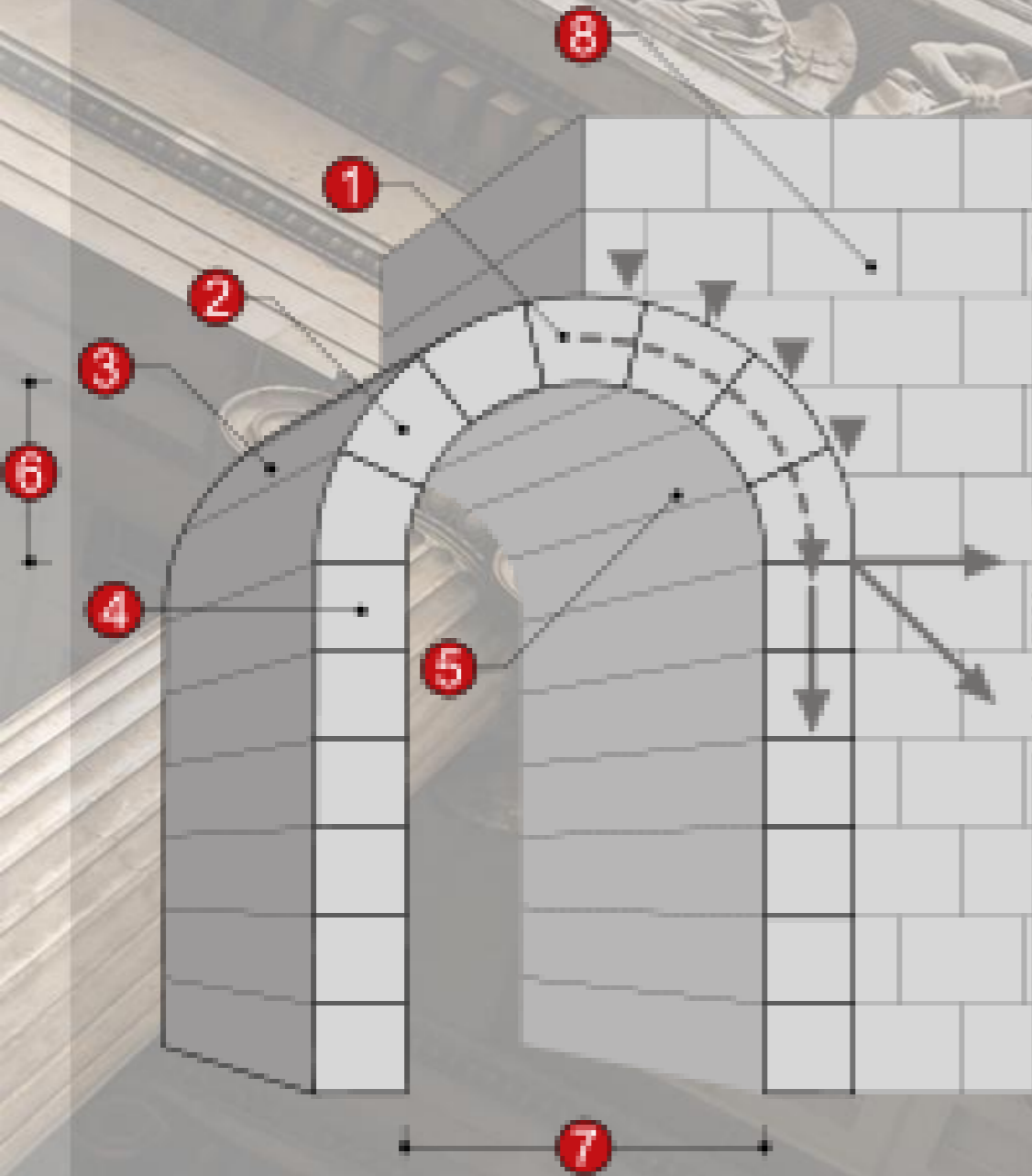
M. AGUNG WAHYUDI, ST.MT.

PRODI ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK & INFORMATIKA
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG

PENGERTIAN

- Pelengkung adalah sebuah struktur yang dibentuk dari elemen garis yang melengkung dan membentang antara dua titik & membentuk busur.
- Struktur ini membentang suatu ruang sekaligus menopang beban. Struktur ini umumnya terdiri atas potongan-potongan kecil yang mempertahankan posisinya akibat adanya pembebanan^[1].
- Sebuah permukaan dapat didefinisikan oleh banyak kurva berbeda, oleh karena itu beberapa lengkungan (*curvature*) khusus harus diidentifikasi: lengkung utama, lengkung Gaussian, dan lengkung tengah.
- Lengkungan ini memberi karakteristik permukaan sebagai sistem lengkung tunggal atau ganda, di mana permukaan lengkung ganda secara lebih jauh dibagi menjadi permukaan sinklastik dan antiklastik.

PEMBEBANAN PADA ARCH



SEJARAH PELENGKUNG

- Pelengkung muncul pertama kali pada milenium ke-2 SM di [Mesopotamia](#) dalam bentuk struktur bata.
- Penggunaan yang semakin luas dan sistematis dimulai oleh [Kekaisaran Romawi](#) yang mulai menggunakannya untuk berbagai macam keperluan dalam arsitektur Romawi seperti [akuaduk](#), [koloseum](#) dan bangunan lainnya.
- Struktur ini di masa modern juga dipakai untuk membuat jembatan dan jalan layang

SEJARAH PELENGKUNG

Didirikan di zaman Romawi, sepanjang 813 meter, dan tinggi 28.5 meter, bangunan ini masuk daftar *World Heritage List* UNESCO. Namanya adalah Aquaduct di Segovia— dan usianya sudah mencapai dua ribu tahun.



SEJARAH PELENGKUNG

Gapura Caracalla dibangun Pada 216 masehi dan direkontruksi pada tahun 1922.



SEJARAH PELENGKUNG

Adapun di zaman modern, contoh penerapan struktur lengkung yang mantap terdapat di Jembatan Chaotianmen di Cina. Namun berbeda dengan Saluran Air Segovia jembatan ini mempunyai kawat baja.



SEJARAH PELENGKUNG

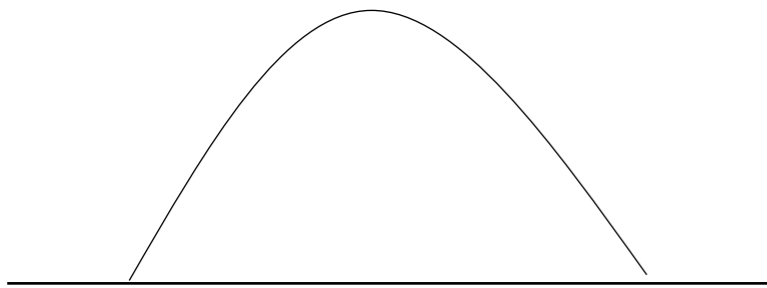
Berada di Kota Palu. Jembatan ini memiliki ciri khas warna kuning dengan dua Lengkungan. Menggunakan sistem busur, dengan lebar 2 x 3,5 m. Jembatan cable stayed merupakan jembatan yang terdiri dari 1 atau lebih kolom (Pylon) yang menopangnya, dengan kabel sebagai penopang terhadap deck jembatan.



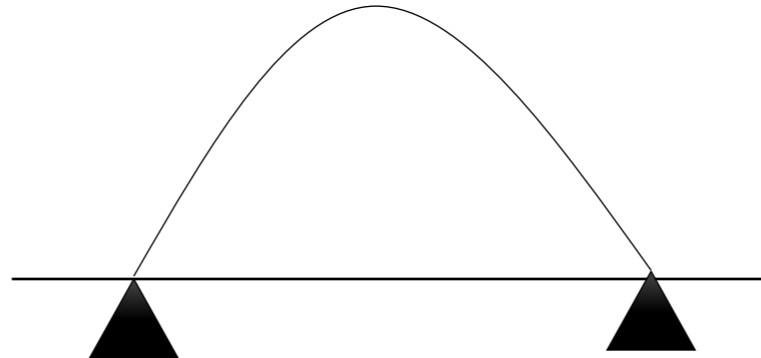
KLASIFIKASI MENURUT TUMPUAN

- Pada dasarnya , struktur Arch memanfaatkan gaya dari daya tekan untuk membentuk ruang di bawahnya.
- Semakin tinggi busur, maka semakin kecil gaya tekanya akibatnya ruang yang terbentuk semakin tinggi dan sempit, jika busur semakin rendah maka ruang yang terbentuk akan lebar dan rendah.

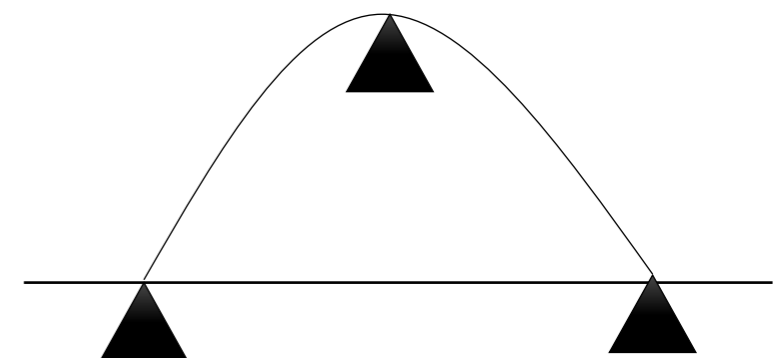
Jepit



2 Sendi



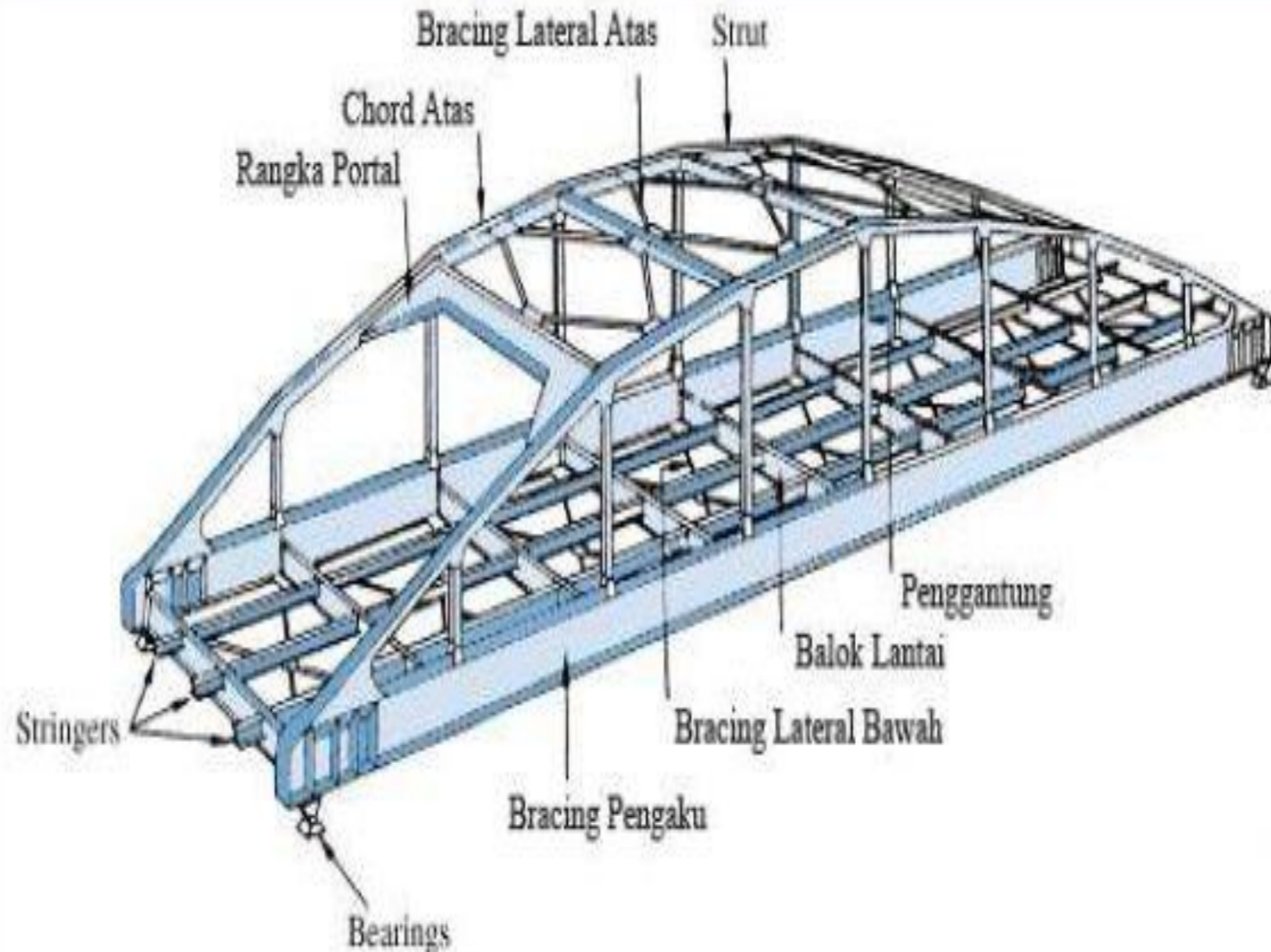
3 Sendi



PELENGKUNG KAKU PARABOLIK

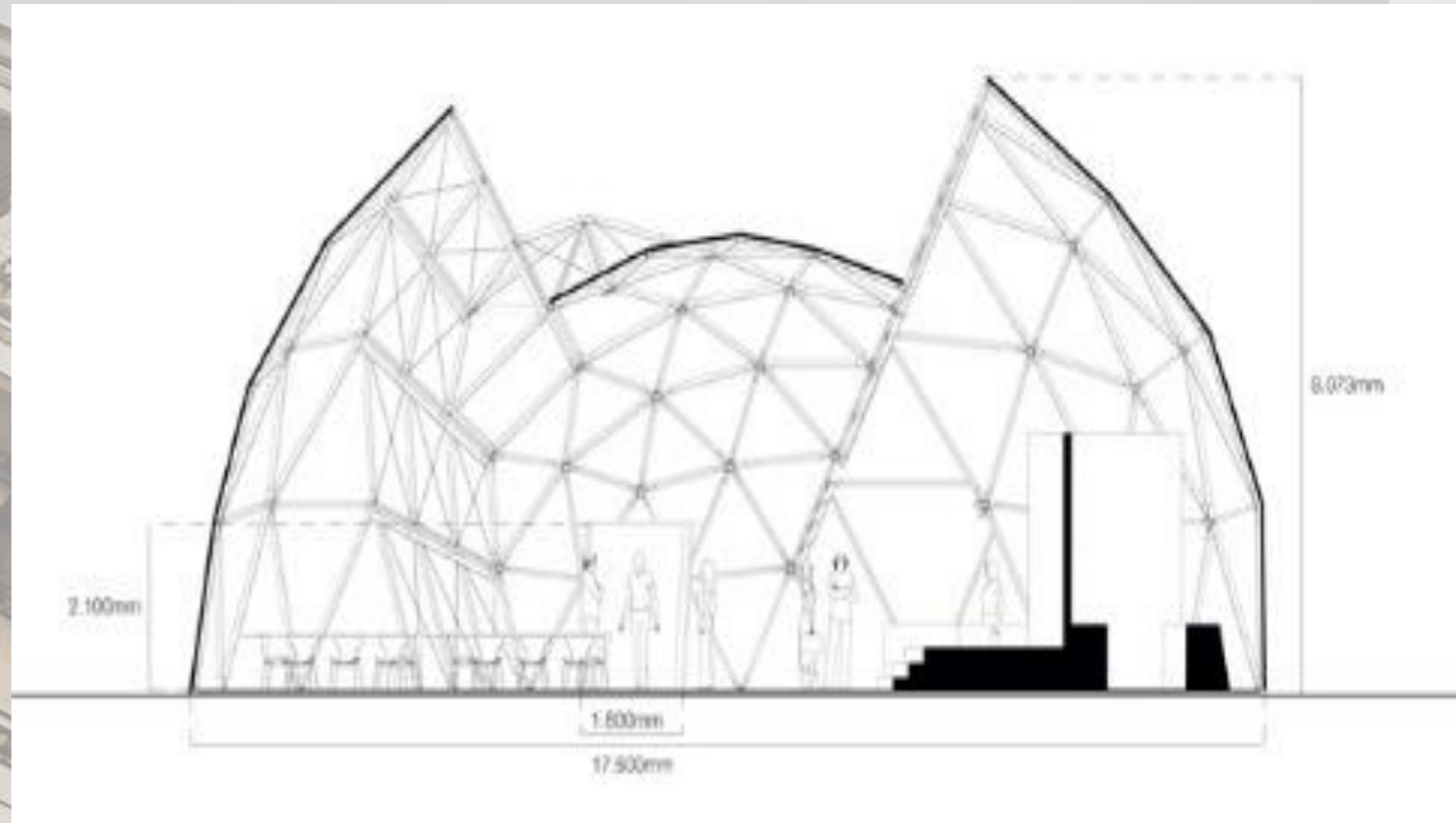
Bahan baja dan beton bertulang yang kaku memungkinkan adanya pelengkung dengan bentuk beraneka ragam dan dapat memikul beban tak terduga tanpa runtuh.

Pelengkung kaku modern sering dibentuk berdasarkan responsnya terhadap kondisi pembebanan dan memikul beban secara tekan apabila beban tersebut benar-benar bekerja. Pelengkung kaku sangat berbeda dengan kabel fleksibel.



PELENGKUNG FURNIKULAR

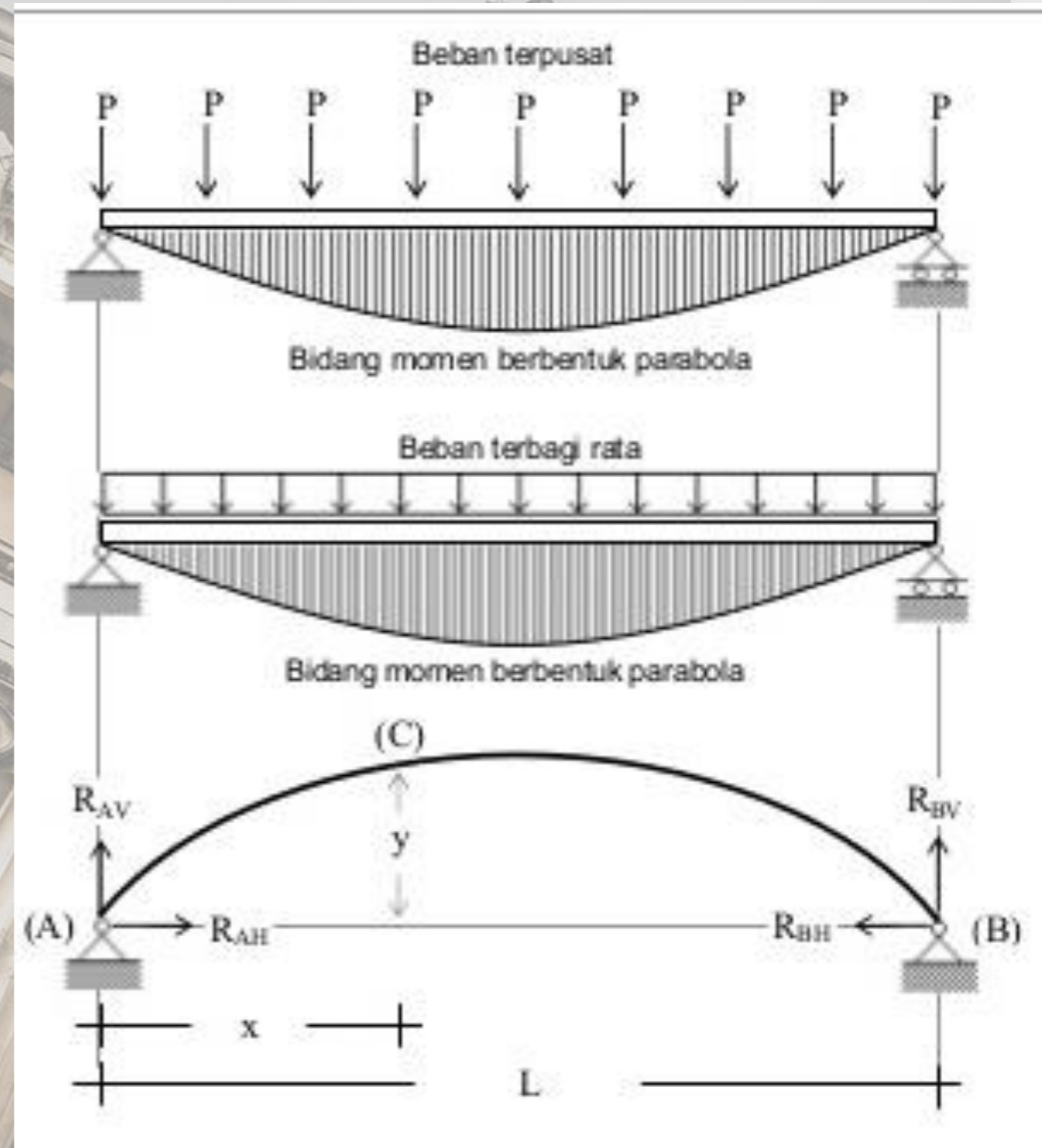
Sistem struktur yang berbentuk seperti tali kurva atau kumpulan segmen elemen – elemen garis lurus yang membentuk lengkung.



Bentuk eksak struktur funicular yang dapat memikul semua beban secara aksial tekan dapat ditentukan untuk kondisi pembebanan lain. Untuk sederetan beban terpusat, bentuk strukturnya dapat ditentukan dengan metode yang telah dibahas untuk mencari bentuk kabel. Tinggi maksimum ditentukan, dan tinggi lain – tinggi lain sehubungan dengan beban – beban lainnya dihitung berdasarkan efek rotasional pada potongan benda bebas terhadap sembarang titik pada lengkung sama dengan nol (karena tidak ada momen).

PELENGKUNG 3 SENDI

Pelengkung 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 memang 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.



KLASIFIKASI MENURUT MATERIAL



1. Pelengkung Kayu

Balok kayu sebagai gelagar
lengkung jembatan



2. Pelengkung Batu

Pada bagian pintu susunan
batu berbentuk lengkung

KLASIFIKASI MENURUT MATERIAL



3. Pelengkung Beton

Pelengkung dari beton bertulang



4. Pelengkung Baja

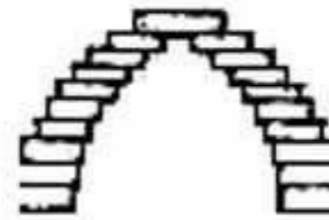
Pelengkung dari rangka baja

JENIS-JENIS PELENGKUNG

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



Triangular arch



Corbel arch



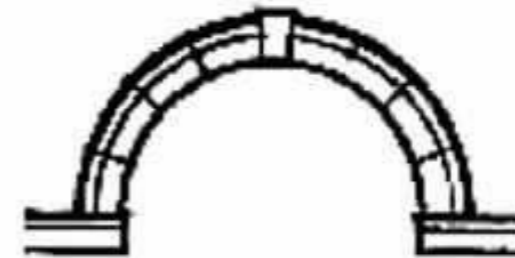
French arch



Flat arch



Round arch



Roman arch



Horseshoe arch



Bell arch



Trefoil arch (Gothic)



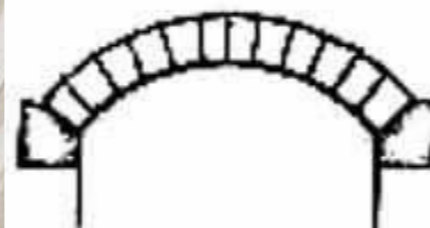
Lancet arch (Gothic)



Tudor arch



Ogee arch

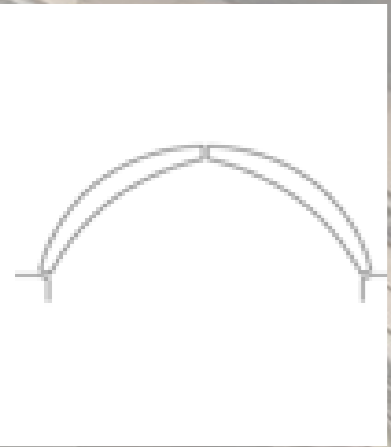


Segmental arch

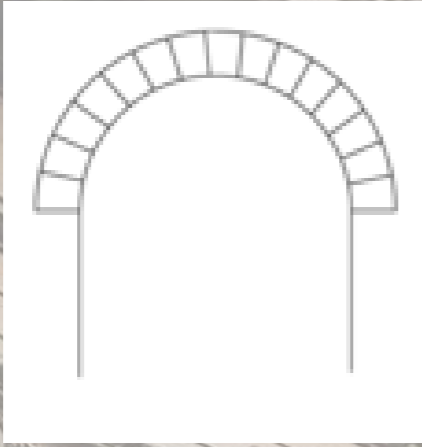


Syrian arch

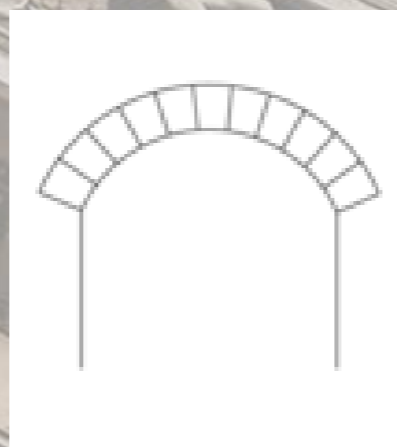
JENIS-JENIS PELENGKUNG



Arch segitiga



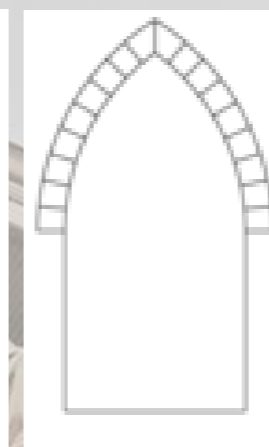
Arch lingkaran



Arch segmental



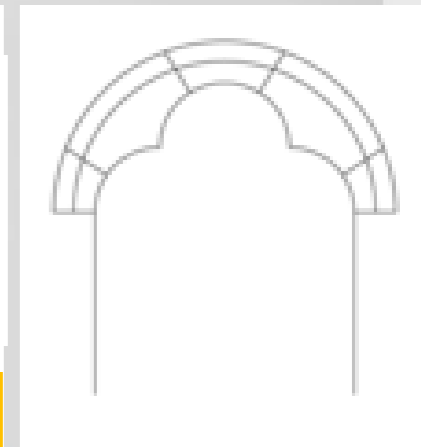
Arch taksetara



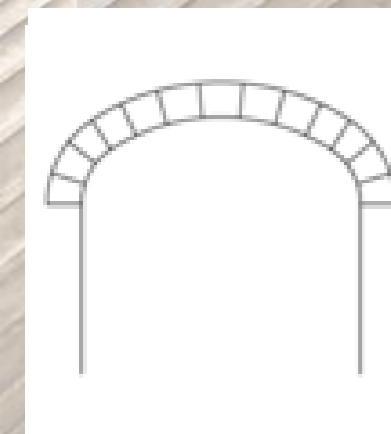
Arch bersudut



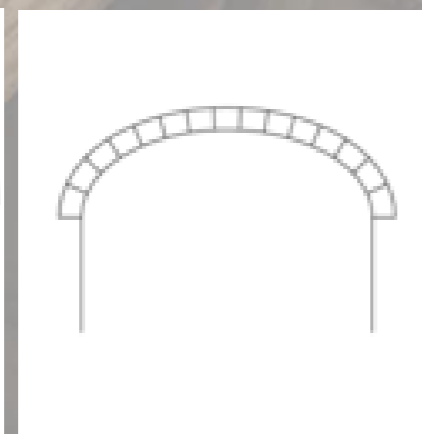
Arch bahudatar



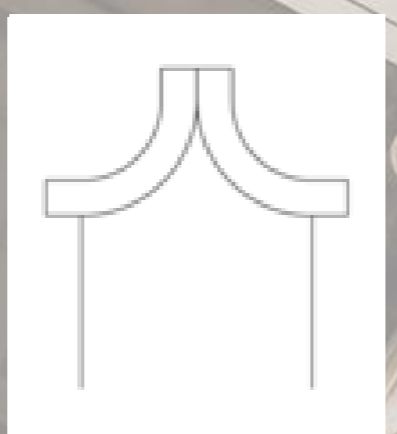
Arch daun semangi



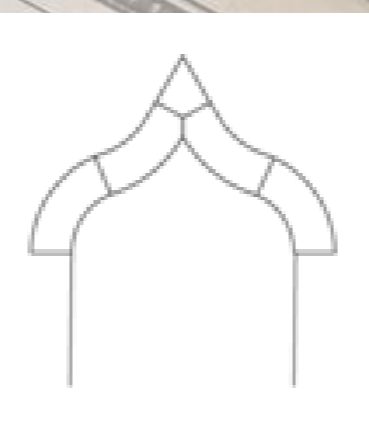
Arch tigatengah



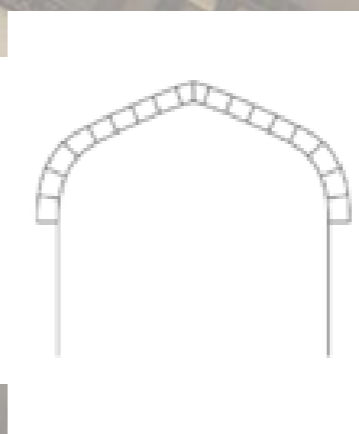
Arch elips



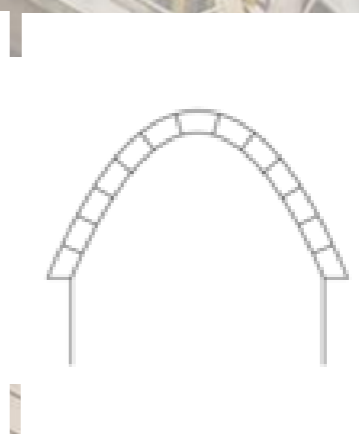
Arch infleksi



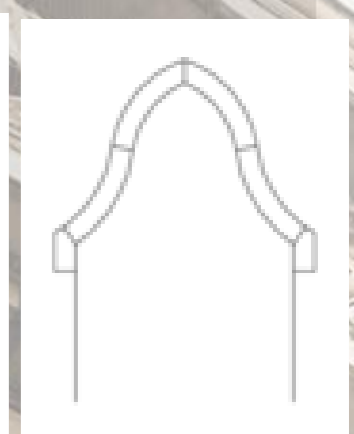
Arch ogee



Arch tudor



Arch parabola



Arch ogeeblk

KELEBIHAN PELENGKUNG

- a) Gaya didominasi oleh tekan sehingga untuk material seperti beton, batu maupun kayu dapat digunakan (mengurangi pemakaian material baja sehingga lebih ekonomis). Gaya tekan ini ditransfer ke abutmen dan ditahan oleh tegangan tanah dibawah pelengkung
- b) Gaya tarik yang terjadi kecil bahkan nyaris tidak ada sehingga momen lentur nya nol atau mendekati tidak ada. Tanpa gaya tarik yang diterima oleh pelengkung memungkinkan pelengkung bisa dibuat lebih panjang.
- c) Bentangan yang dapat dikerjakan lebih panjang dan ekonomis jika dibanding dengan portal lurus (seperti balok, rangka baja horizontal dll). Kasus seperti ini sering ditemui pada pembuatan struktur jembatan.
- d) Rasio lengkung $1/18$ - $1/3$ lebar bentang.

KEKURANGAN PELENGKUNG

- a) Struktur lengkung harus dibangun dengan cara yang sangat spesifik dan teliti. Ini membutuhkan jumlah yang sangat besar tenaga kerja dan waktu untuk membangunnya.
- b) Secara khusus dalam kasus bahan-bahan alami, memerlukan pemeliharaan dan perawatan yang cukup sulit untuk memastikan bahwa bangunan tetap aman dan kokoh. Ini termasuk memperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh angin, hujan, dan jenis-jenis badai.
- c) Material baja memerlukan *maintenance* yang rutin karena lemah terhadap oksidasi/karat. Bentuk *maintenance* seperti pelapisan dengan cat dan harus detil ke setiap elemen yang terpapar udara bebas. Dilihat dari segi estetika juga biasanya struktur baja sedikit kurang indah dibandingkan dengan struktur beton.



STUDI KASUS BANGUNAN DENGAN PELENGKUNG

STUDI KASUS PELENGKUNG

Nama bangunan : 2nd Gymnasium of Yoyogi National Stadium (Tokyo Olympic 1964)

Arsitek : Kenzo Tange

Ahli Struktur : Yoshikatsu Tsuboi

Sistem Struktur : Kabel dan Lengkung (area 5,591

Fungsi : Gymnasium

Tahun pembangunan : 1964 (Obayashi Corp)

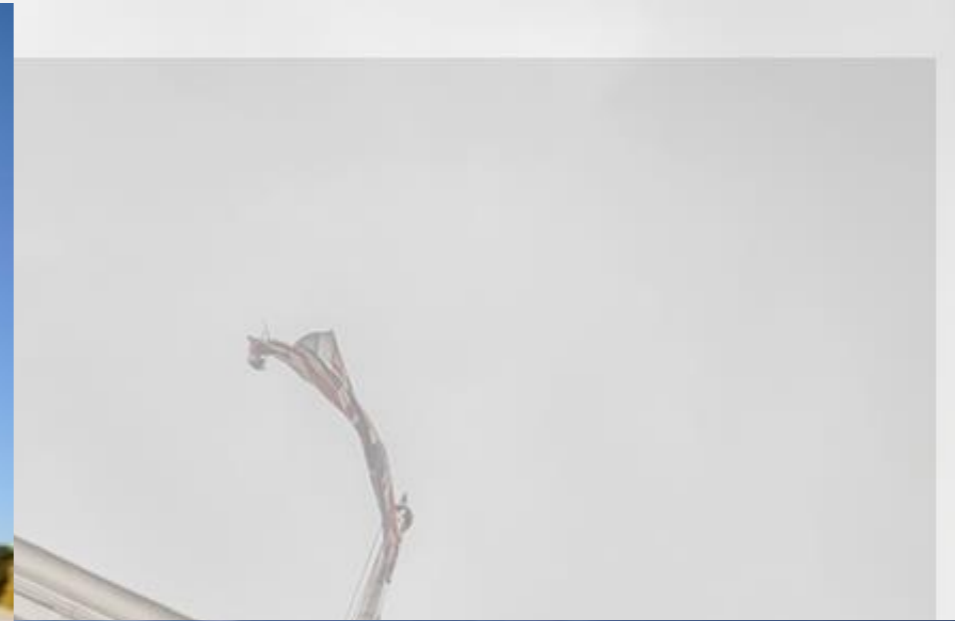
Lokasi : Jepang

GEDUNG OLAHRAGA YOYOGI

Gedung olahraga Yoyogi ini menjadi ikon dari dunia arsitektur dikarenakan desainnya yang khas. Bangunan ini dirancang oleh salah satu dari arsitek yang menganut aliran modern di Jepang yakni, Kenzo Tange. Bangunan ini adalah aplikasi sebuah percampuran dari estetika yang begitu modern dari barat dengan arsitektur tradisional Jepang yang begitu kental. Sang arsitek menciptakan sebuah struktur inovatif dengan menggabungkan sistem lengkung yang digantungkan dengan dua baja besar yang terletak di arah utara dan selatan bangunan.



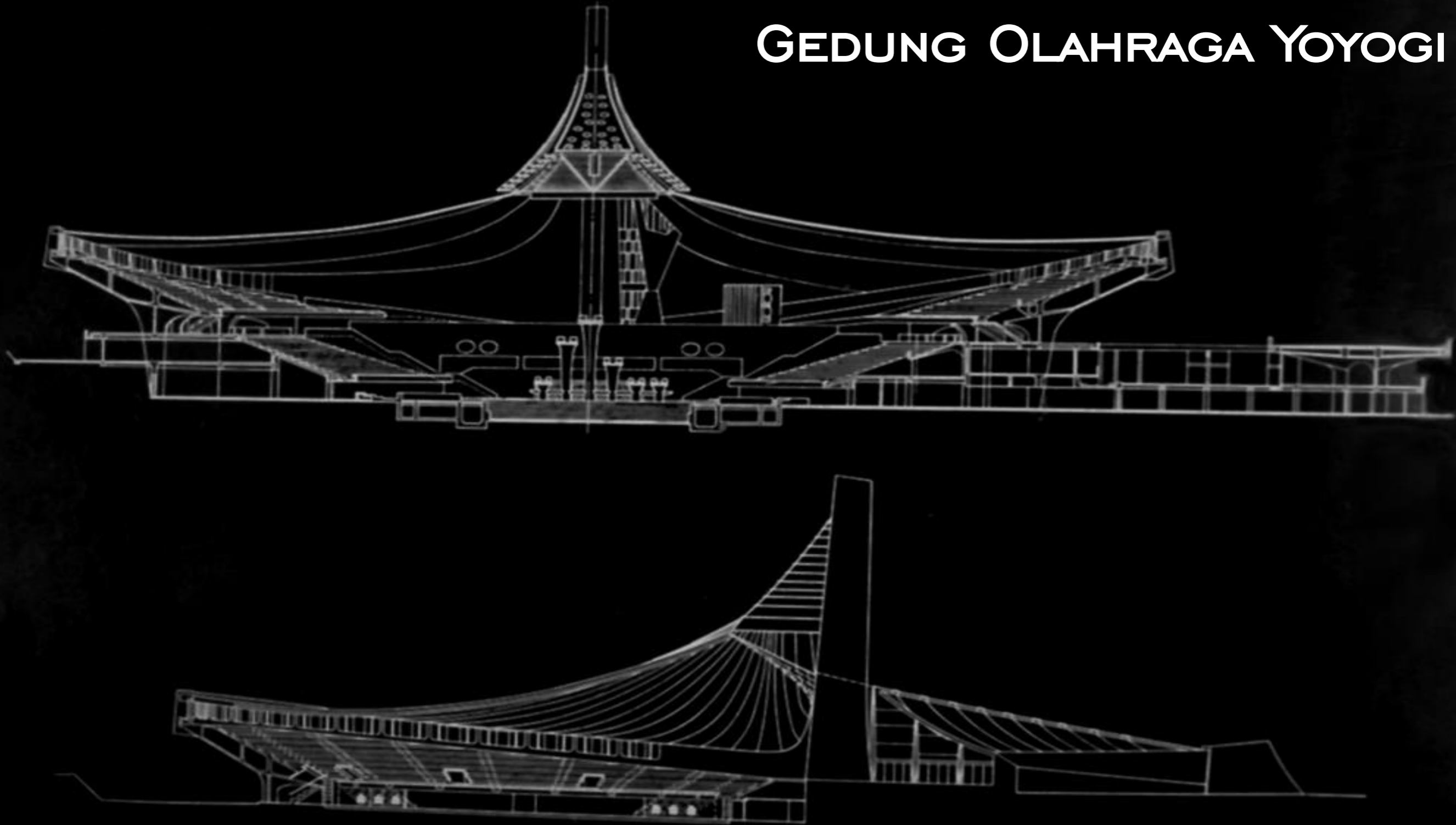
GEDUNG OLAHRAGA YOYOGI



GEDUNG OLAHRAGA YOYOGI

Dari gambar diatas terlihat dua kabel baja berdiameter 13" mendukung diantara dua tiang struktur yang ditancapkan ke tanah. Kabel yang tergantung menahan beban dari bentuk atap yang melengkung dramatis. Serangkaian kabel yang digantung berbeda dari dua kabel utama yang menggantung terhadap struktur beton, hal tersebut menciptakan dasar gimnasium serta memberikan struktur yang diperlukan untuk tempat duduk di dalam stadion

GEDUNG OLAHRAGA YOYOGI



GEDUNG OLAHRAGA YOYOGI

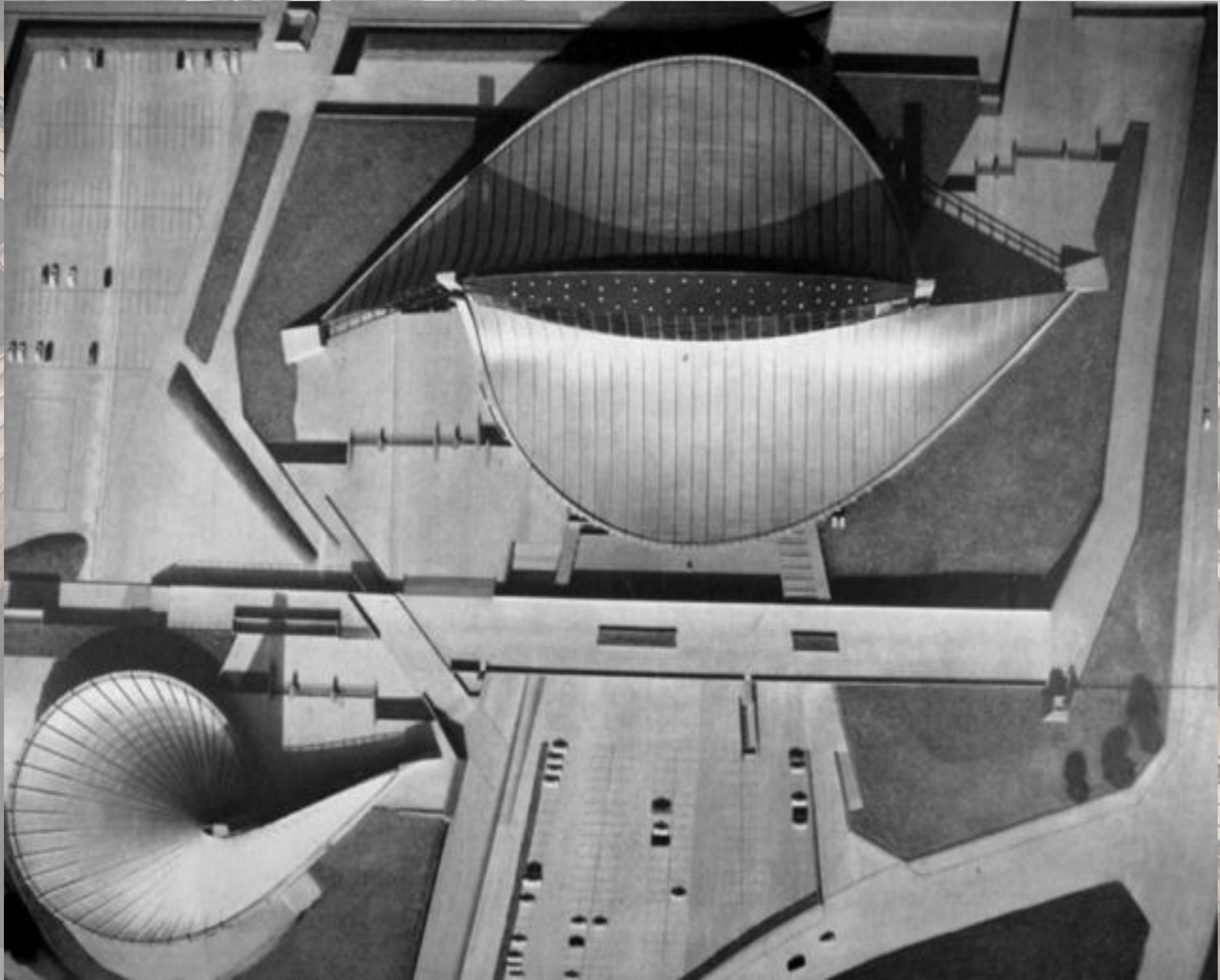


Atap dari gymnasium ini berdiri meskipun memiliki kelengkungan yang berbeda dari kabel-kabel yang menyangganya. Sehingga menciptakan sebuah atap lengkung yang dramatis dimana permukaannya bisa terlihat cembung dan cekung pada saat bersamaan. Dan uniknya, atap ini akan selalu berbeda kecembungan dan cekungannya dari sudut manapun yang terlihat, sehingga disebut atap paraboloid hiperbolik.

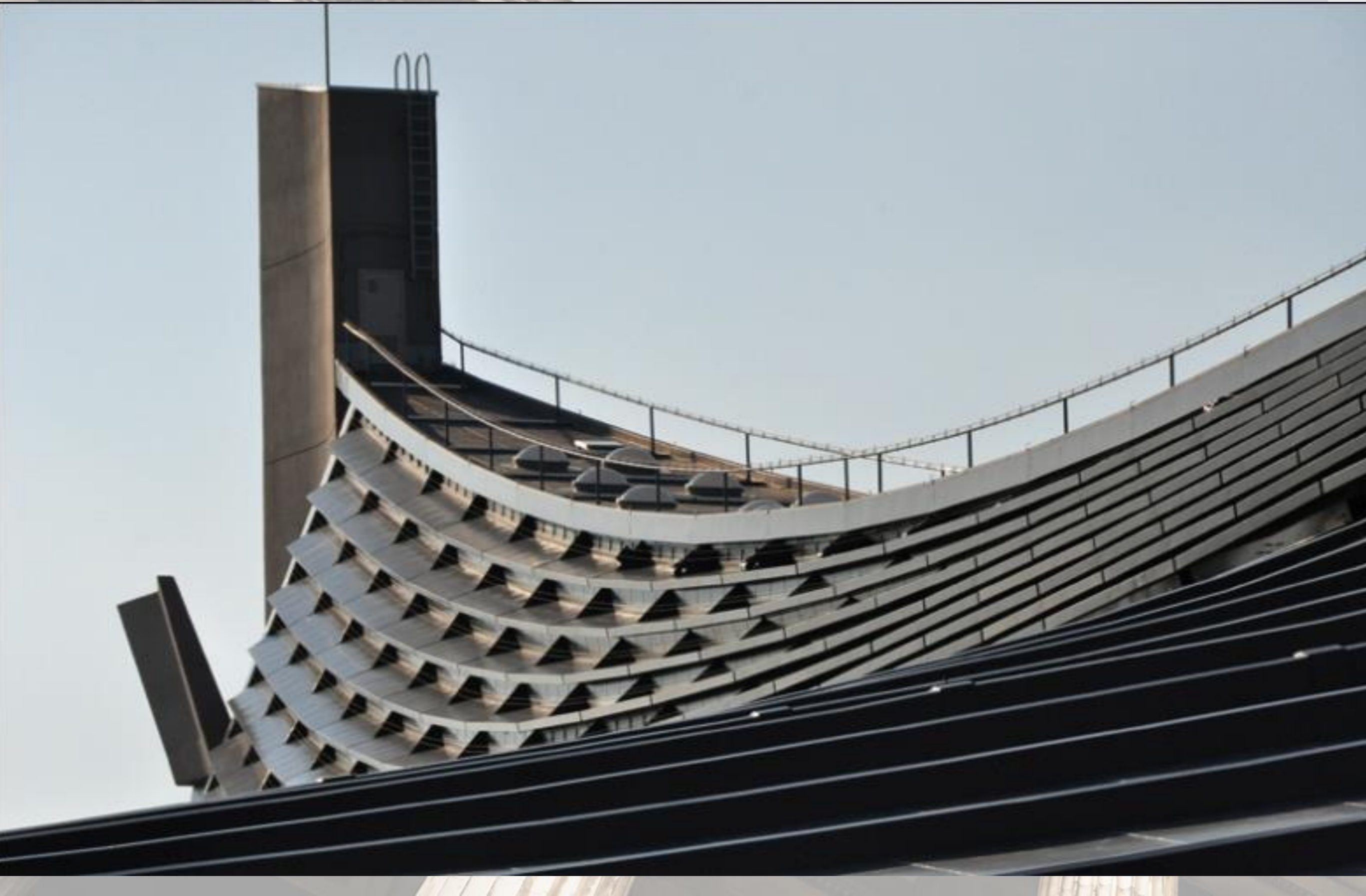
BENTUK ATAP



BENTUK ATAP



BENTUK ATAP



BENTUK ATAP

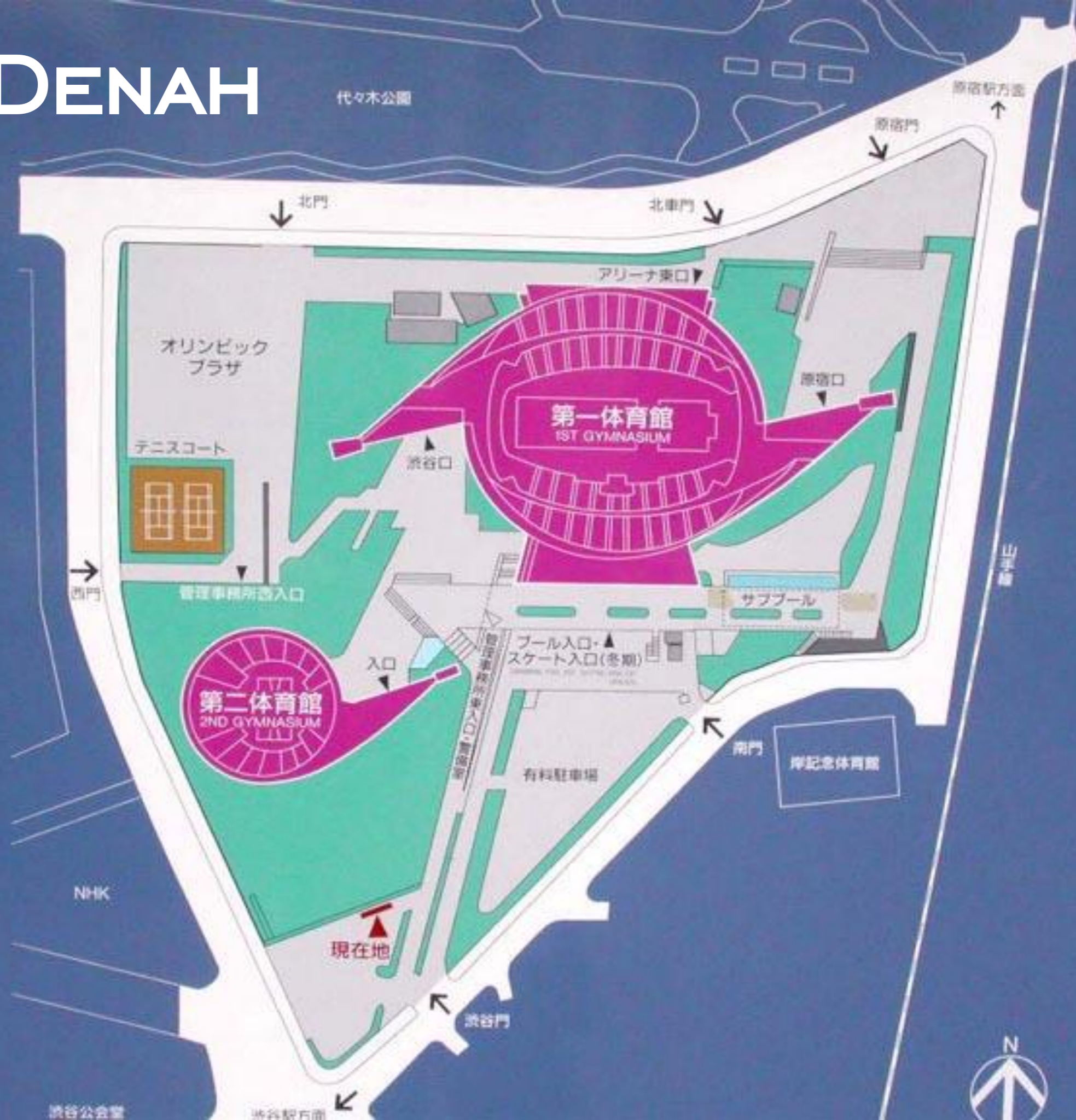


BENTUK ATAP

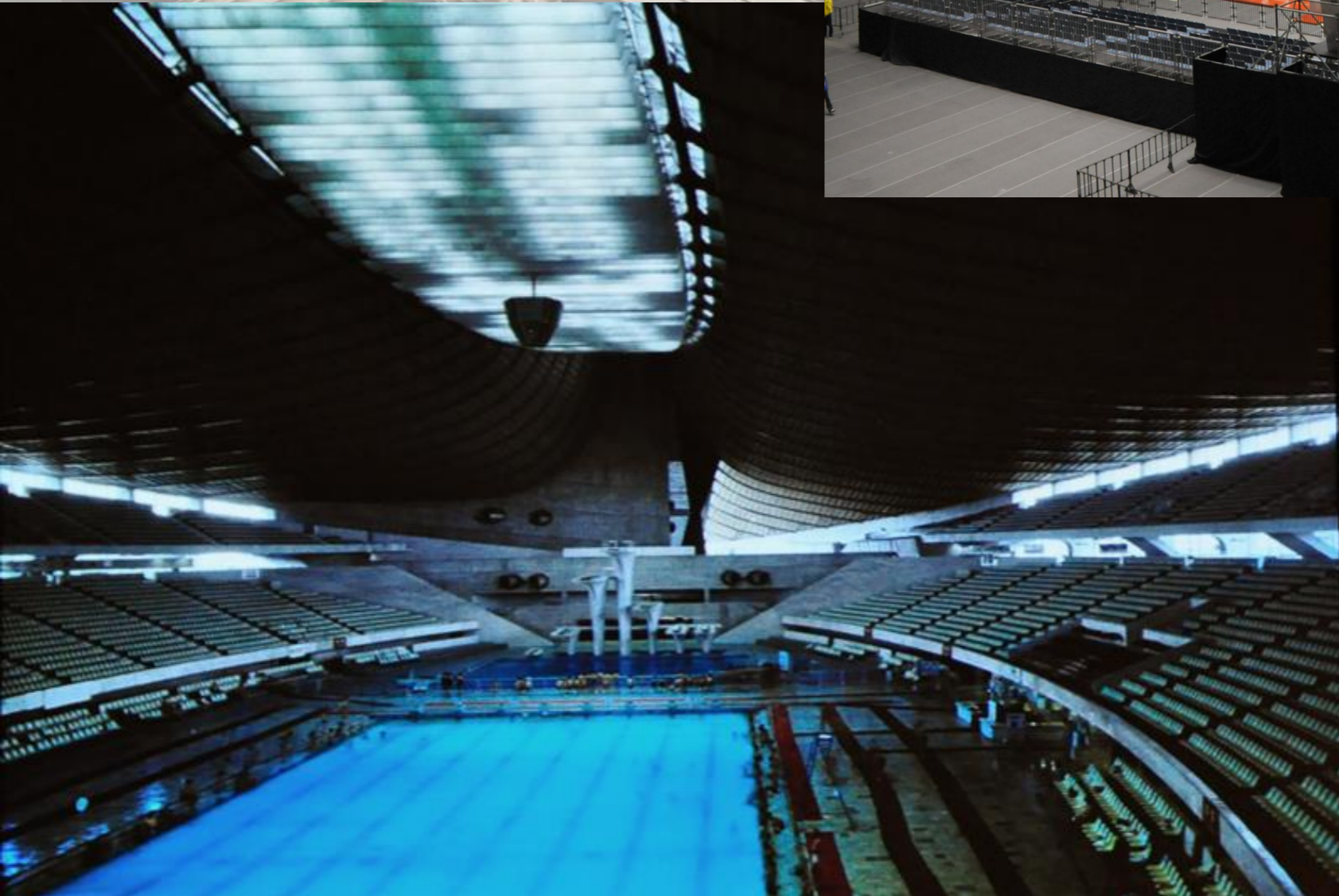
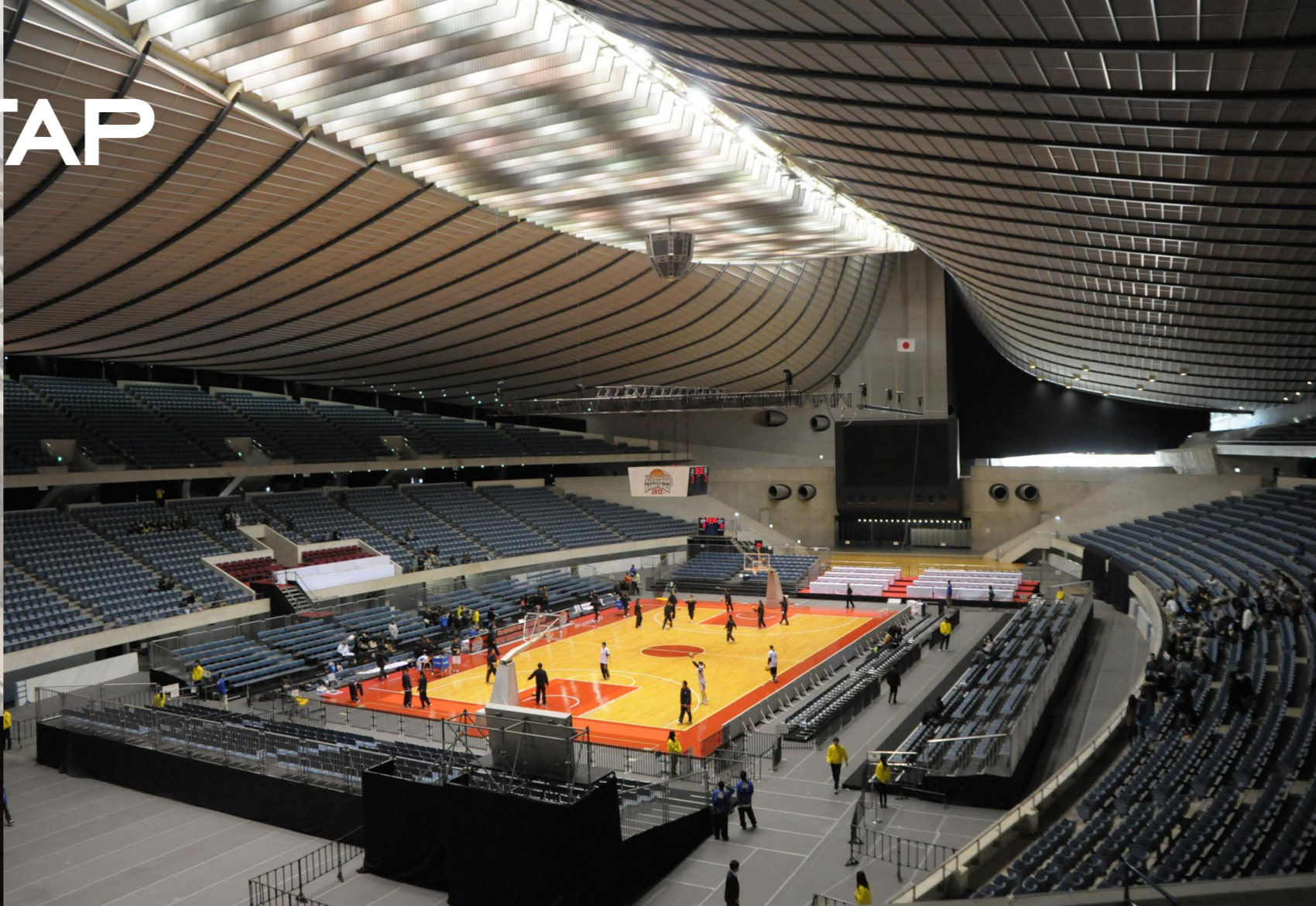


INMAATSKINE ARQUITECTÓNICO

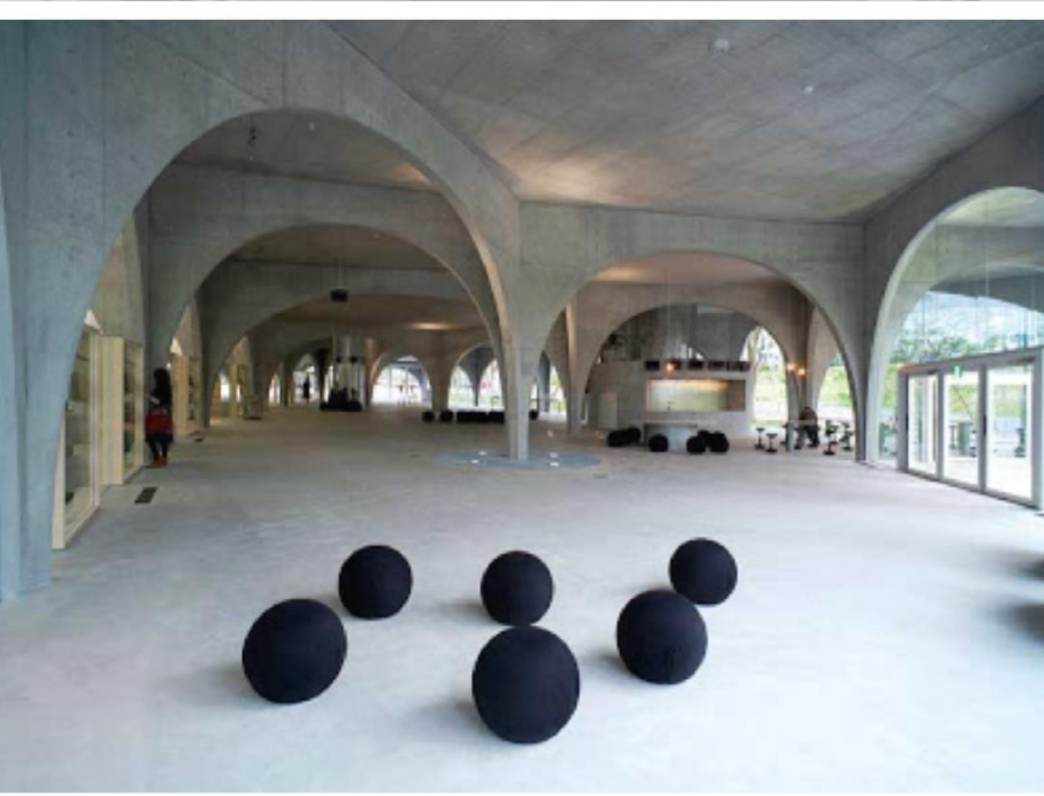
DENAH



BENTUK ATAP



STUDI KASUS: TAMA UNIVERSITY, JEPANG



- Karya salah satu arsitek kenamaan Jepang, Toyo Ito, sebuah perpustakaan di Tokyo.
- Rancangan ini cukup menarik karena Ito mencoba membuat tampilan beton lebih ringan dan plastis.
- Untuk menciptakan flow yang bebas bagi orang yang lewat disekitarnya, digunakan struktur lengkung (arch structure) yang diletakkan secara random, hal ini akan menciptakan sensasi dimana keindahan pemandangan merupakan sesuatu yang menerus diantara bangunan.

STUDI KASUS: TAMA UNIVERSITY, JEPANG

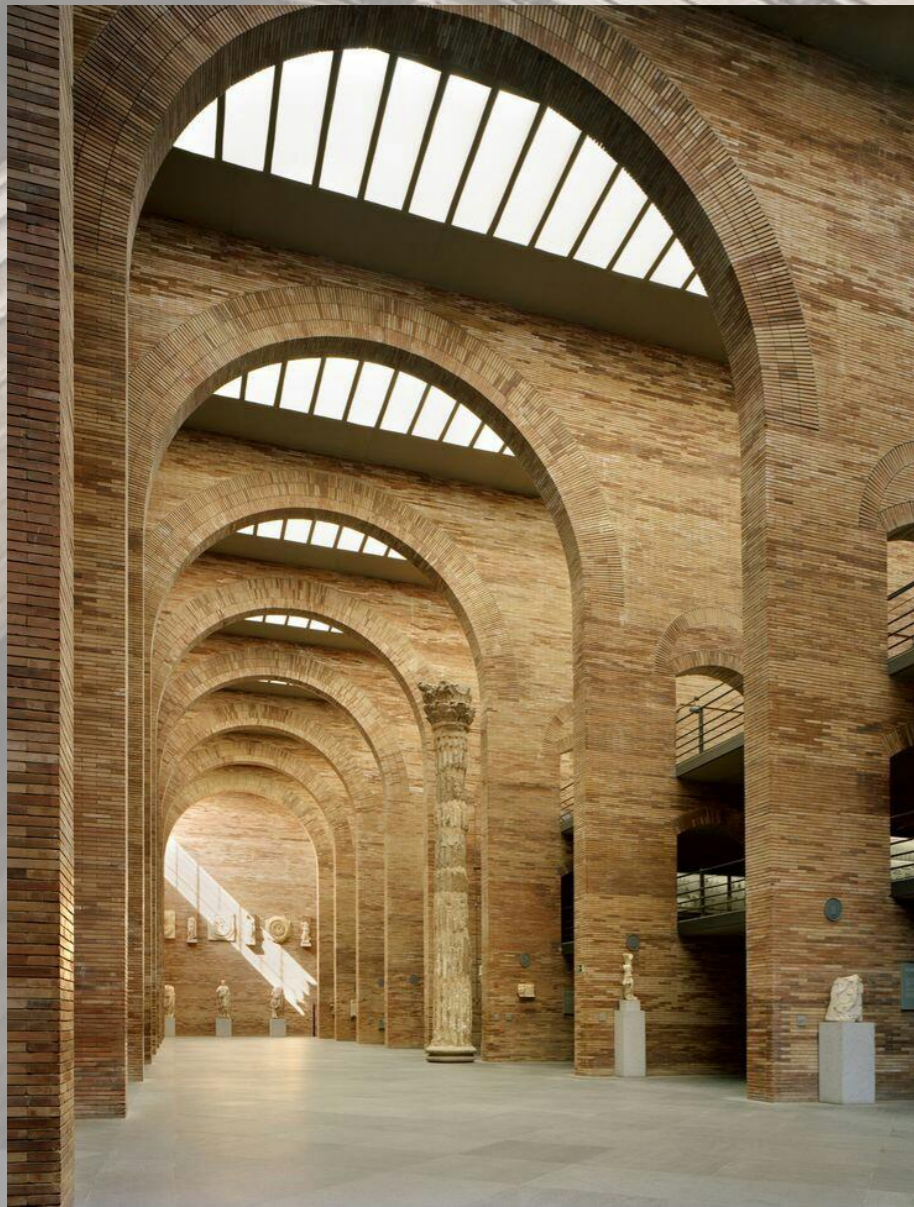
- Lengkungan ini terbuat dari baja yang diselubungi beton.
- Pada denah lengkungan ini diatur sepanjang garis kurva yang saling berpotongan pada beberapa titik.
- Dengan perpotongan ini kita dapat mempertahankan lengkungan yang semakin mengecil ke sisi bawah secara lebih ekstrem. Meskipun begitu masih dapat mendukung berat lantai di atasnya.

Lengkungan ini memiliki bentangan yang bermacam-macam antara 1.8 m sampai 16m. Perpotongan dari lengkungan ini membantu mengartikulasikan secara halus memisahkan beberapa zona yang berbeda dalam satu ruang.

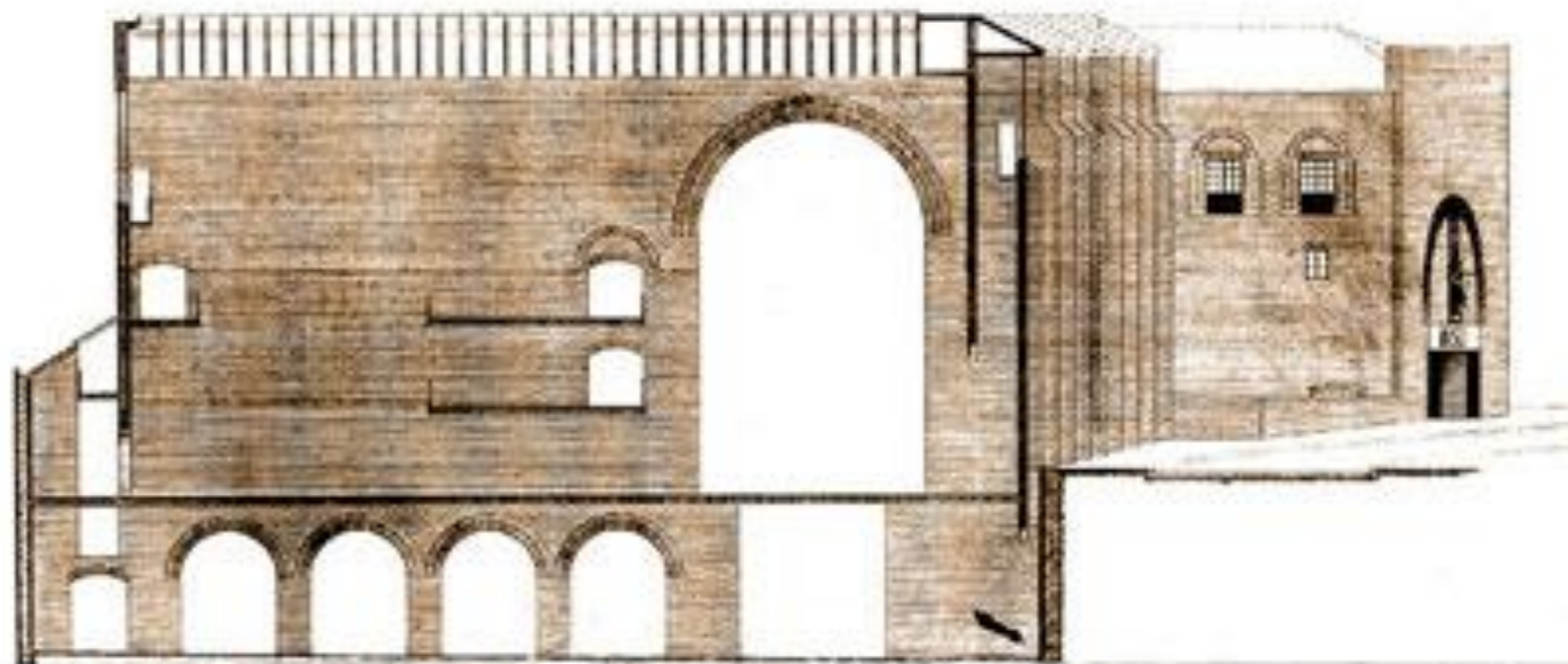
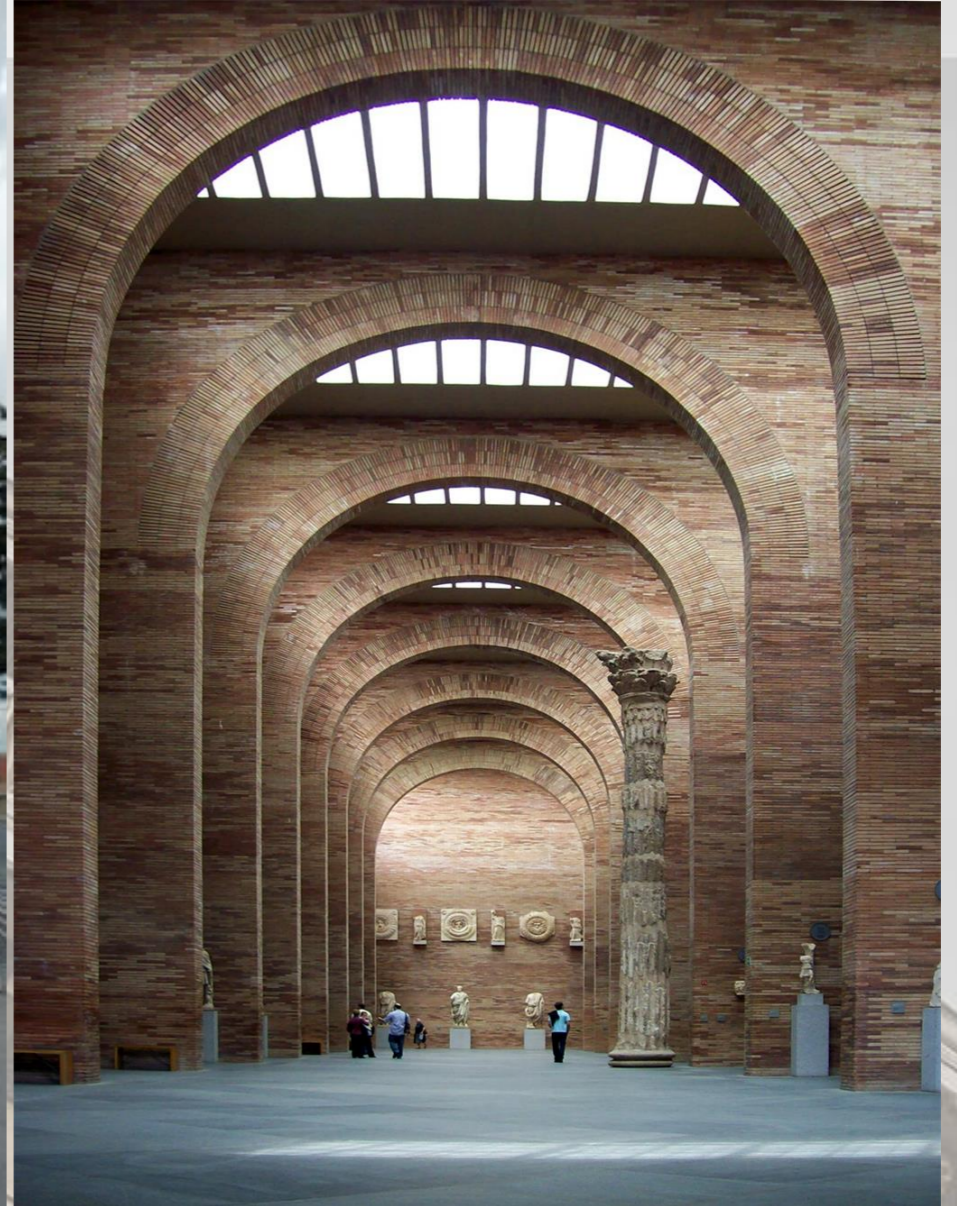


MERIDA DI NATIONAL OF ART

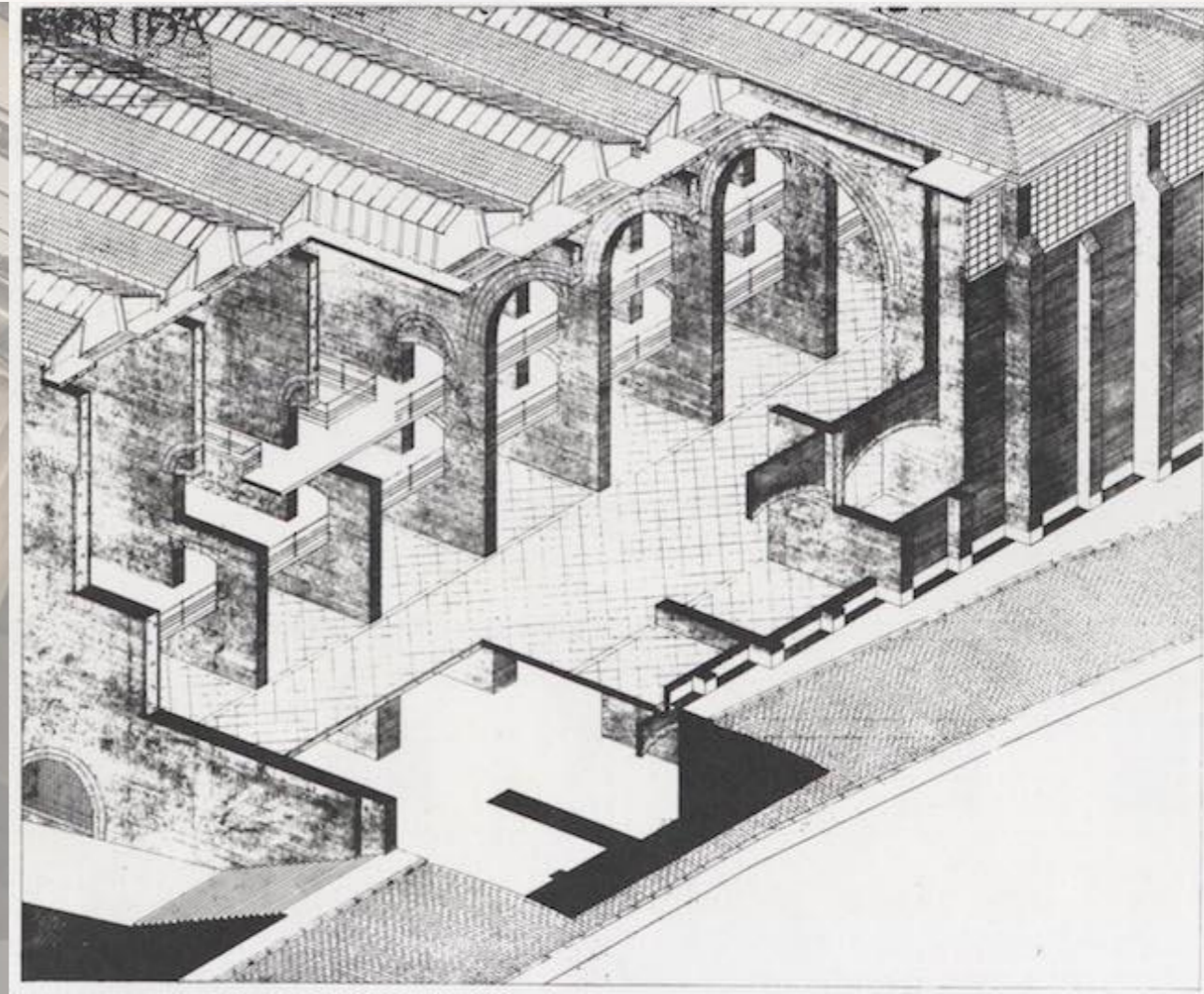
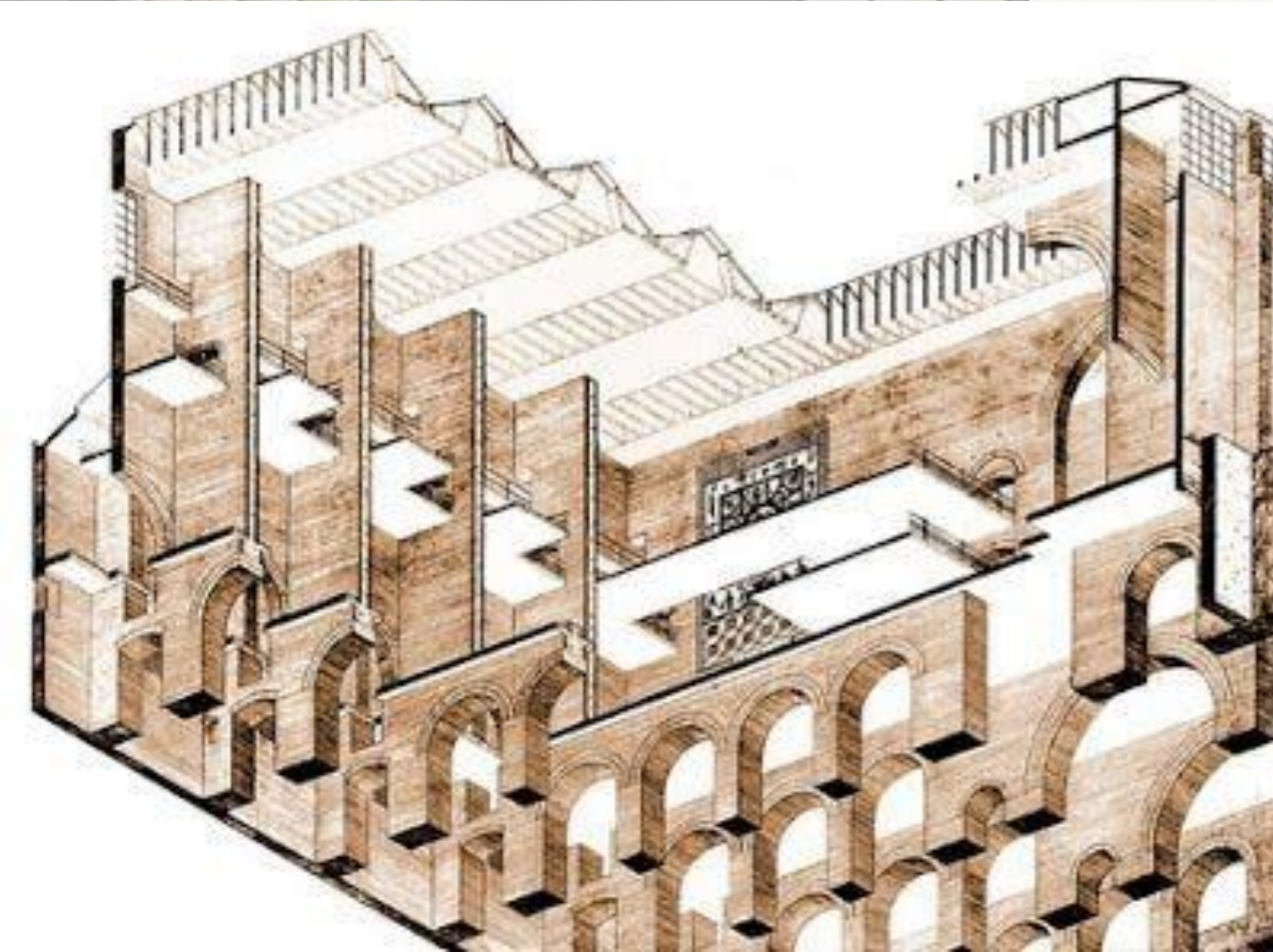
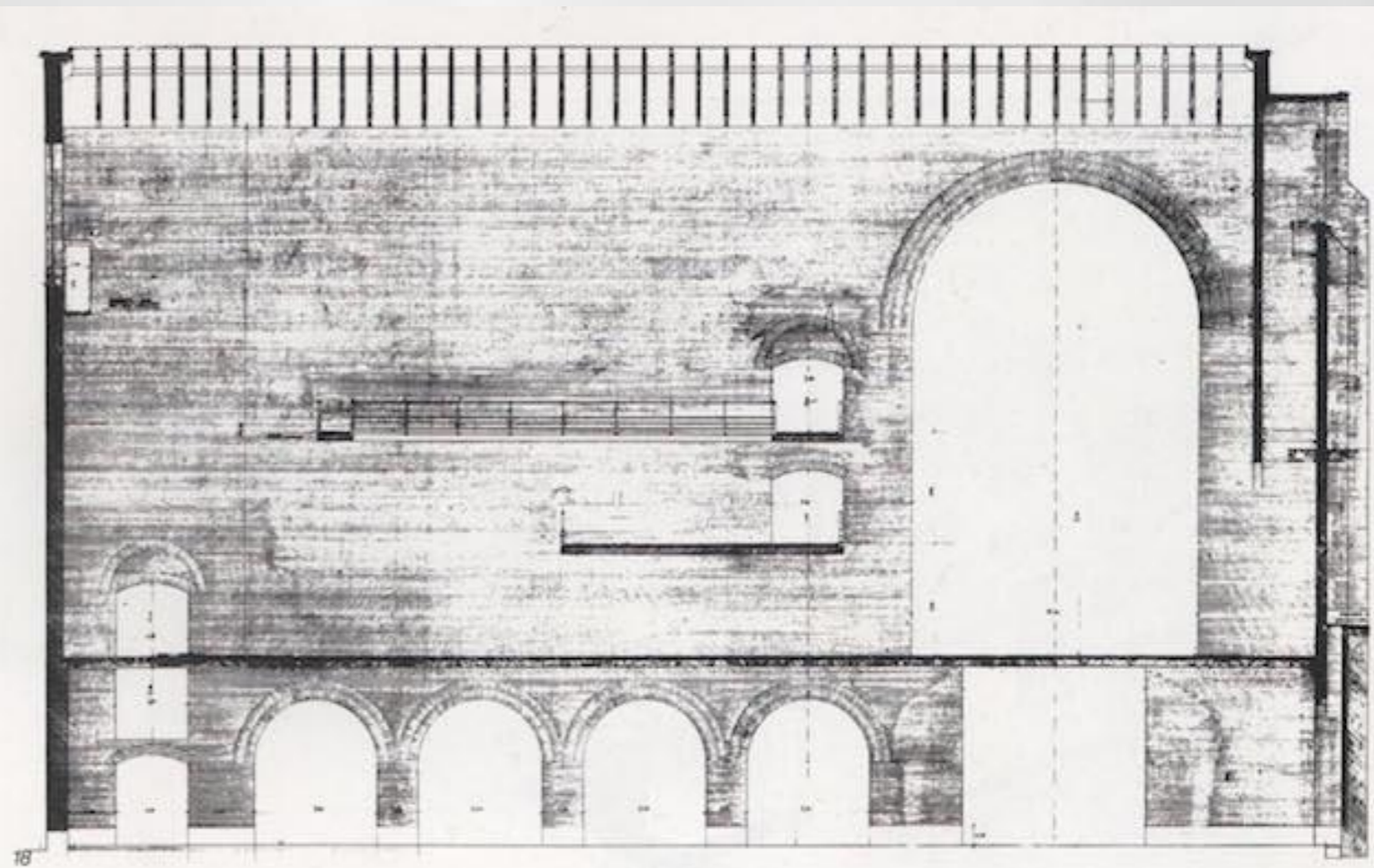
- Merida di national museum of art, pada tahun 1979 berlokasi di bekas pos Iberia dari emperita agusta, Eropa barat. Arsitek Rafael Moneo dengan sentuhan lengkungan setengah lingkaran mengabungkan historisitas dan desain kontemporer, menciptakan titik peka dari salah satu kota besar di kekaisaran romawi.



MERIDA DI NATIONAL OF ART



MERIDA DI NATIONAL OF ART



RUMAH SAKIT DARMO, SURABAYA

- Rumah Sakit Darmo adalah salah satu bangunan kolonial yang terletak di Kota Surabaya dan merupakan bangunan benda cagar budaya yang sampai sekarang masih digunakan. Karya arsitek legendaris C. Citroen.
- Bagian depan Rumah Sakit Darmo yang berbentuk segitiga mengikuti bentuk atap, khas kolonial. Rumah Sakit Darmo memiliki selasar dengan tiga lengkung busur di bagian depan, dan akses utama yang juga berbentuk lengkung dengan ukuran lebih kecil, dan dua pasang jendela ganda simetris.



RUMAH SAKIT DARMO, SURABAYA

- Lorong masuk utama Rumah Sakit Darmo dengan gerbang lengkung. Pada lorong ini menggunakan finising berwarna putih dimana warna putih dominan digunakan pada bangunan kolonial.
- Paviliun di bagian depan Rumah Sakit Darmo yang berada di sebelah kiri dan kanan bangunan juga menggunakan struktur lengkung.



LUPU BRIDGE, CHINA



LUPU BRIDGE, CHINA

