



STRUKTUR BENTANG LEBAR

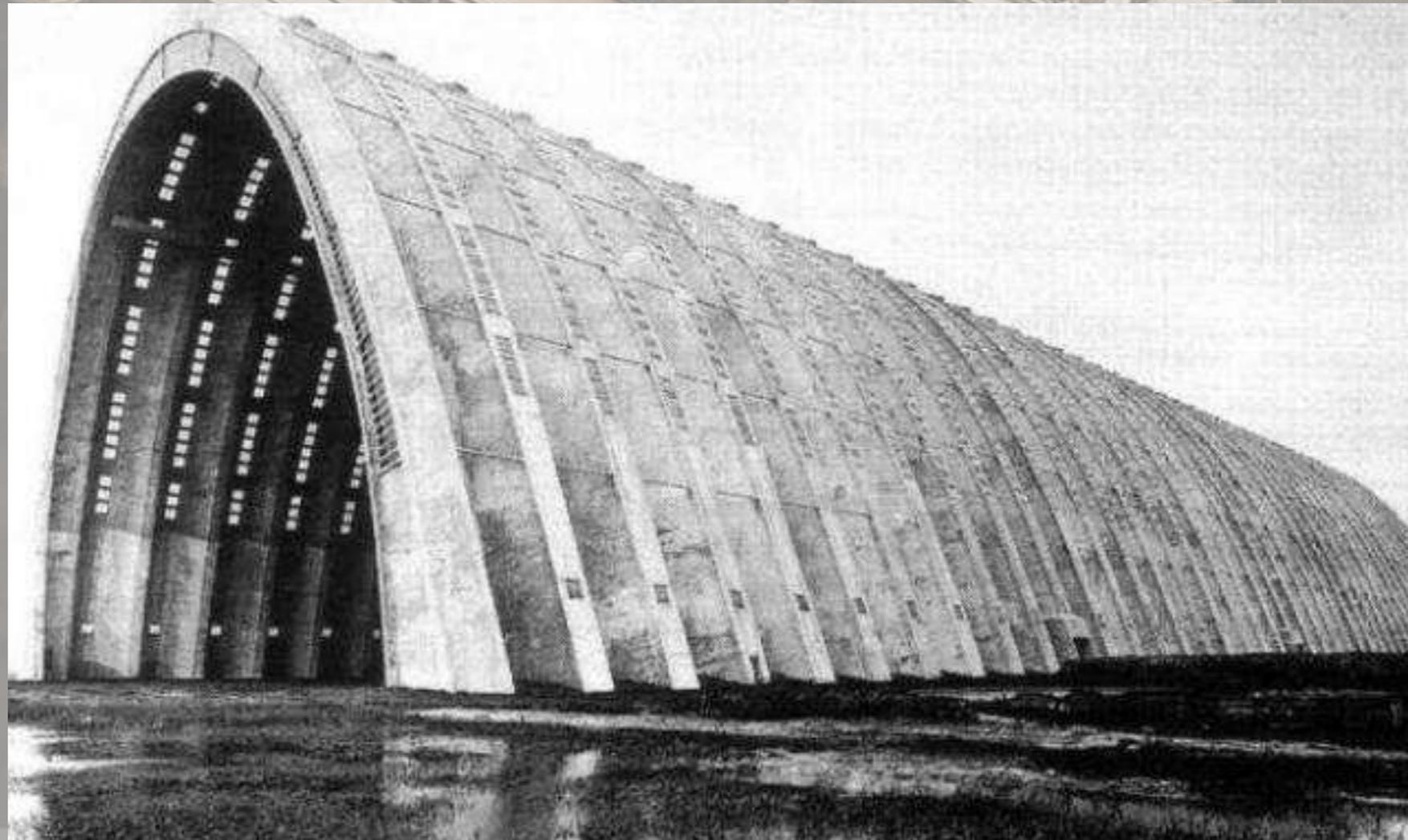
Struktur Plat Lipat (*Folded Plate*)

M. AGUNG WAHYUDI, ST.MT.

**PRODI ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK & INFORMATIKA
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

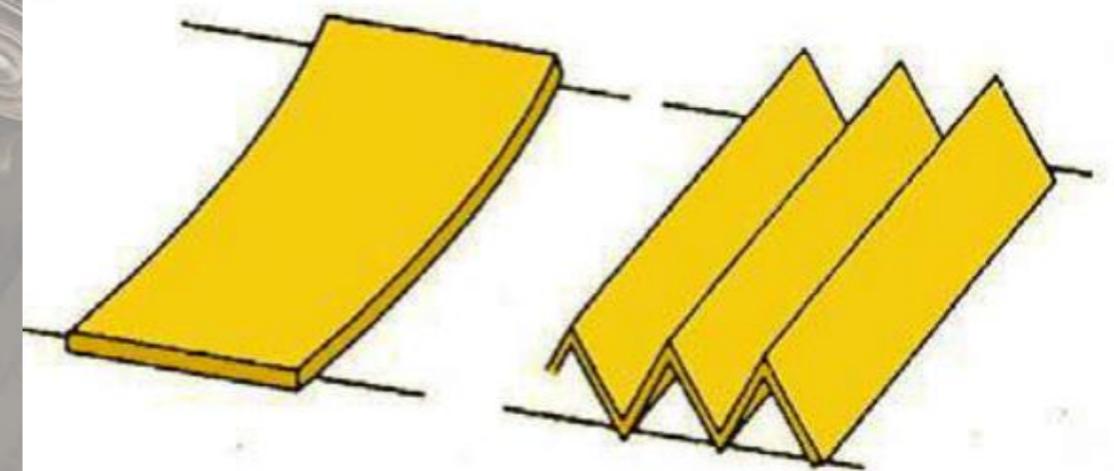
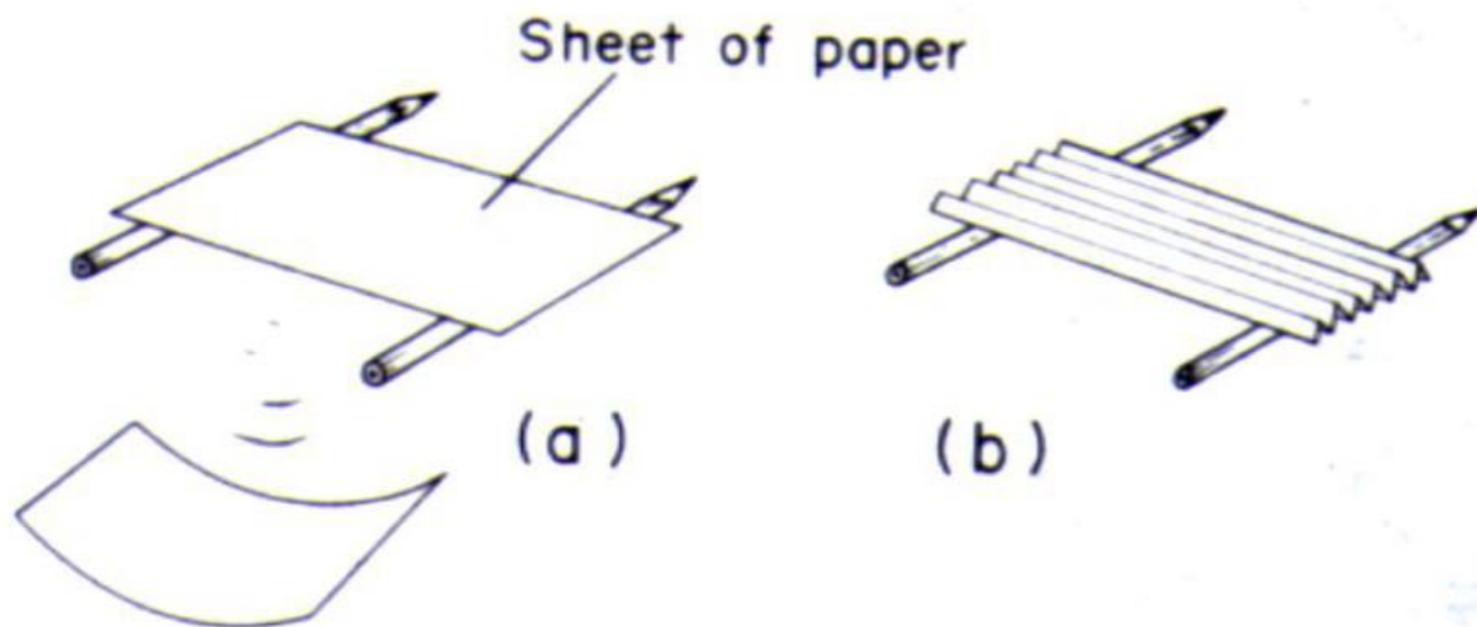
PENGERTIAN

- Struktur Plat Lipat adalah sekumpulan plat datar yang dihubungkan secara kaku di sepanjang tepinya sedemikian rupa sehingga sistem strukturalnya mampu membawa beban tanpa perlu tambahan balok pendukung di sepanjang tepian yang saling berhubungan.



PENGERTIAN

- Struktur Plat Lipat terbentuk dari lipatan-lipatan, semakin banyak lipatan semakin kuat struktur yang menopang beban.
- Lipatan tersebut dihubungkan dengan **pengaku** atau yang disebut *Stiffener*.
- Bentuk terjadi dari lipatan dari bidang-bidang datar.
- Kekakuan dan kekuatannya terletak pada keseluruhan bentuk itu sendiri.



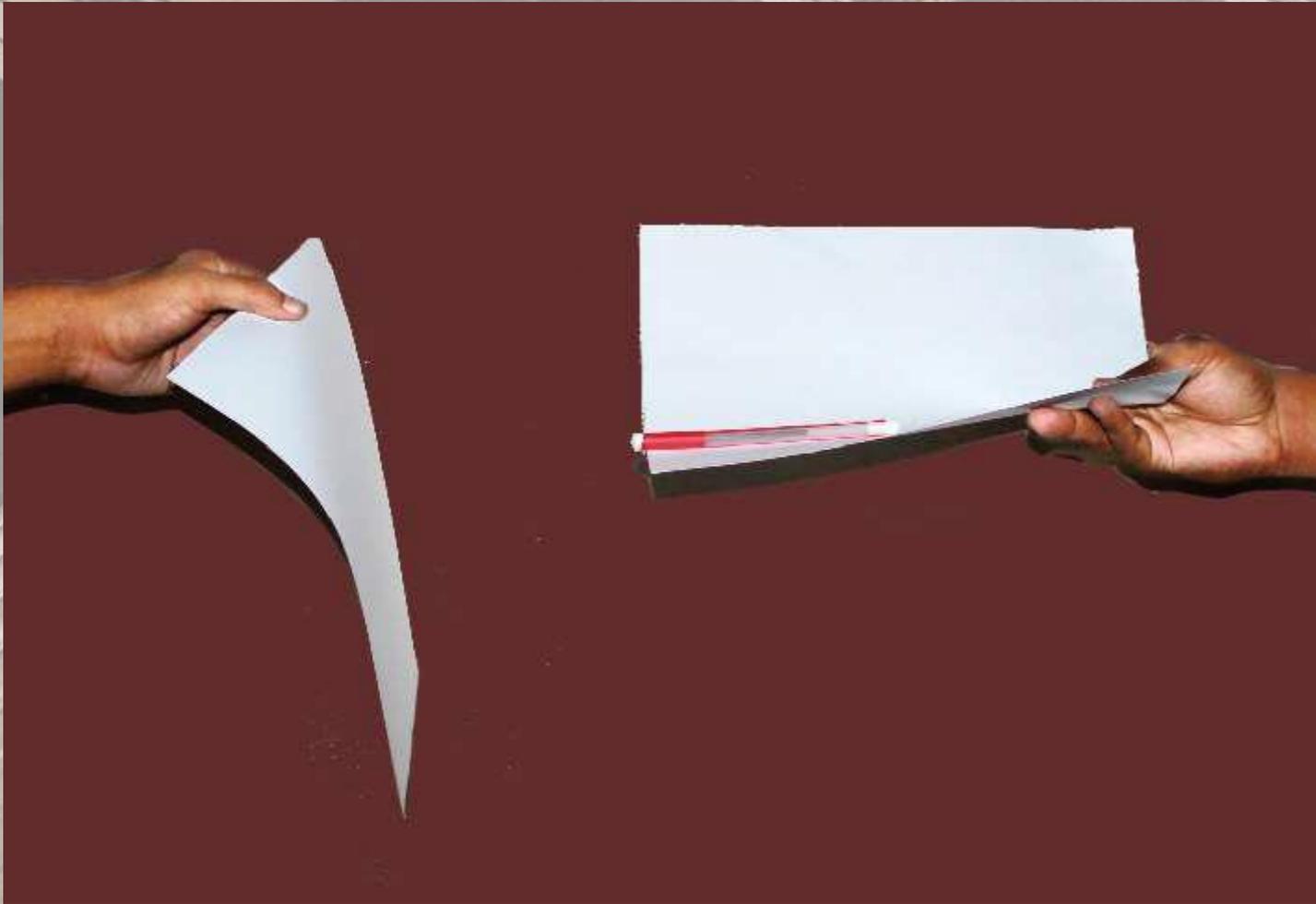
Kekakuan dan kapasitas pikul beban plat satu arah dapat jauh diperbesar dengan melipatnya.

PENGERTIAN

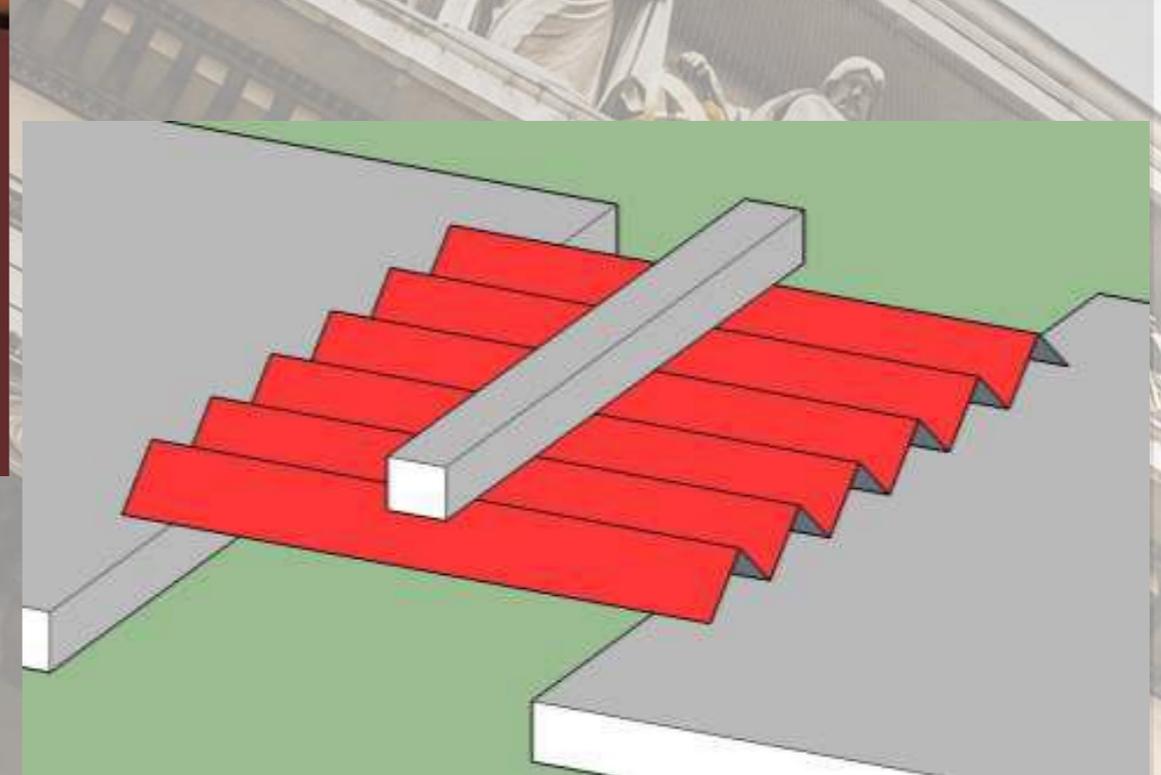
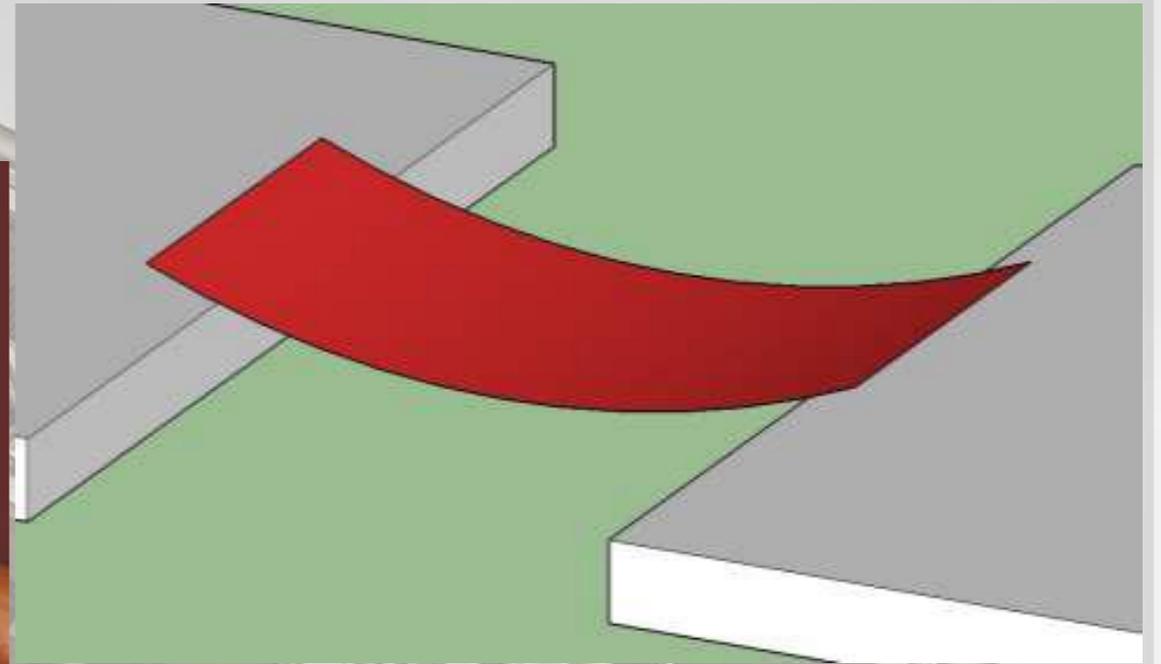
- Sistem struktur plat lipat bisa dilihat pada alam, seperti pada daun pohon berdaun lebar, kelopak dan sayap serangga yang dapat dilipat, yang kemudian diadopsi untuk digunakan dengan cara teknis yang baru.



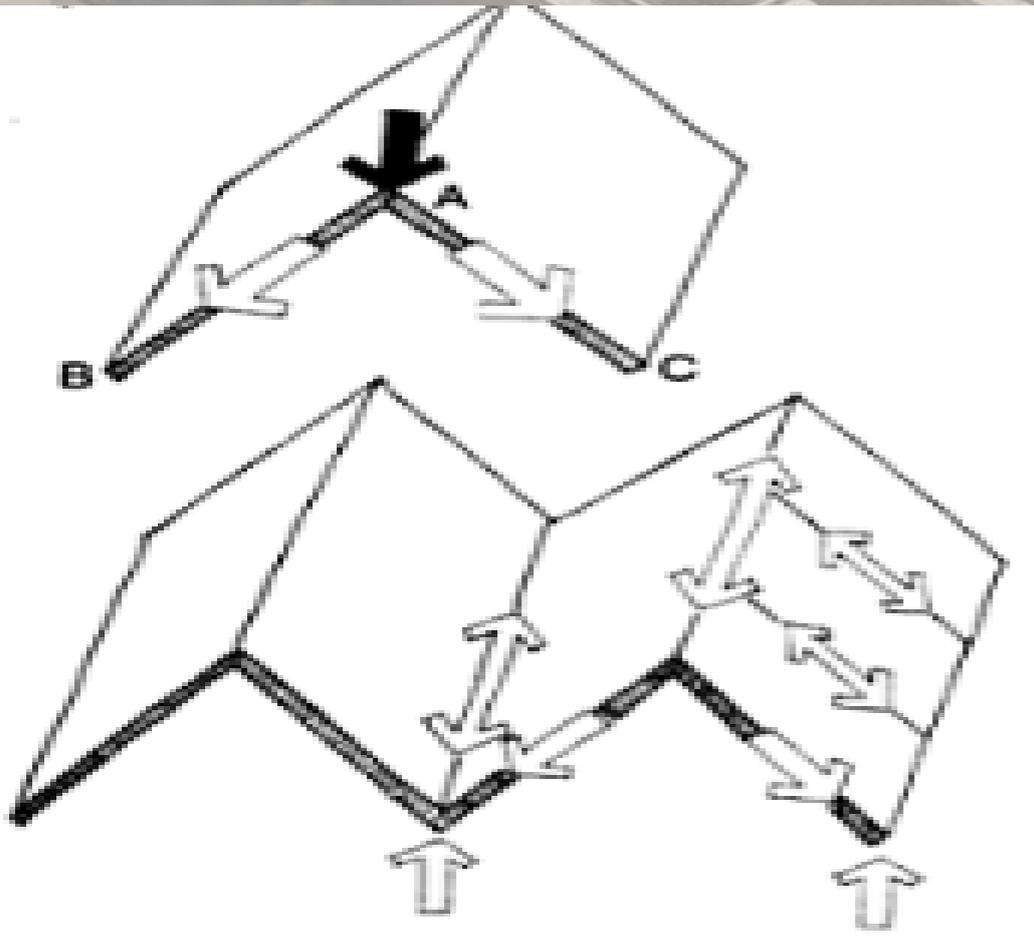
KONSEP DASAR



Konsep mendapatkan kekakuan

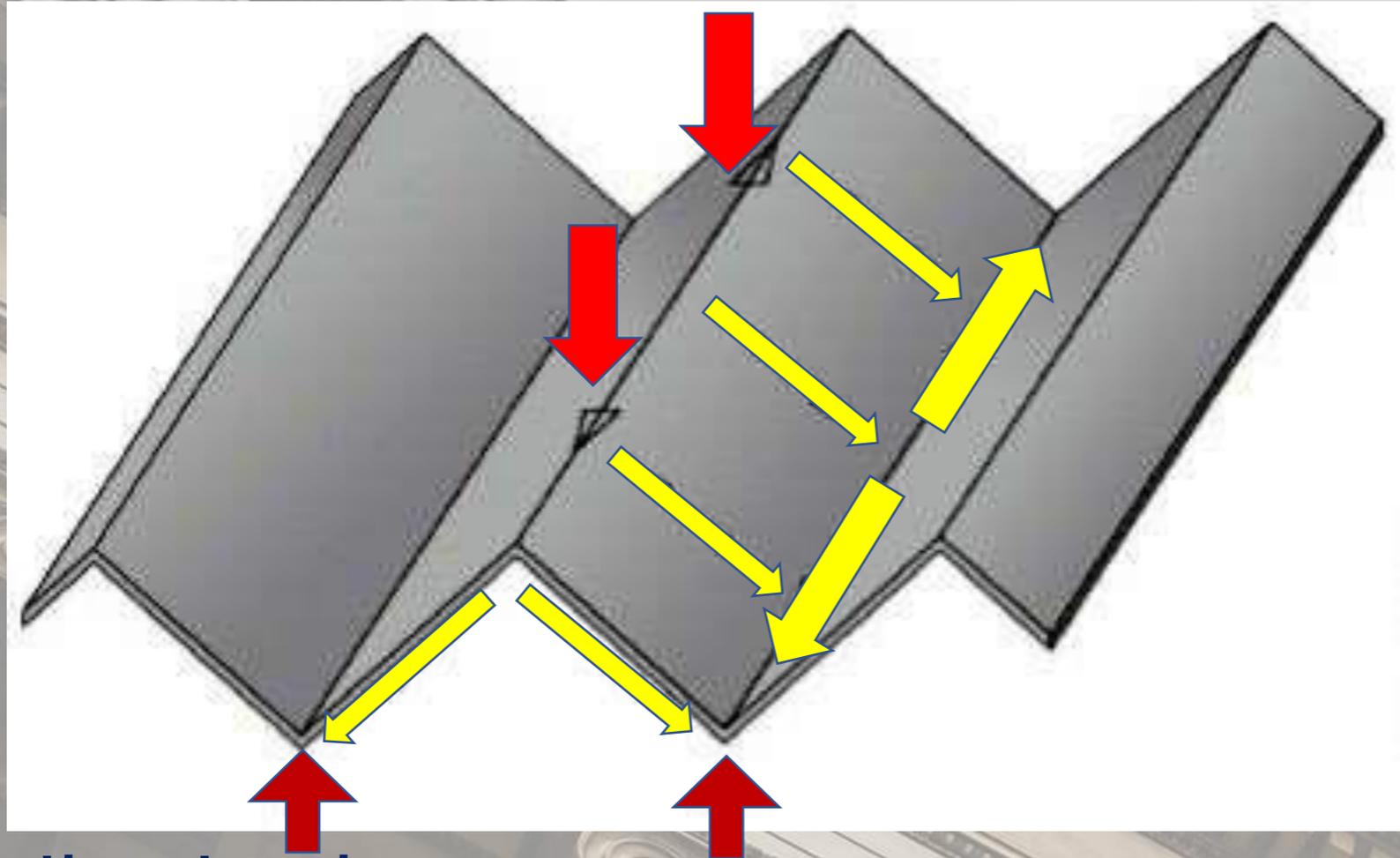


PENYALURAN BEBAN



- Dua balok atau plat lantai ini berdiri dengan syarat titik A mempertahankan diri dengan saling menekan sedangkan titik B dan C harus ditahan agar tidak bergeser ke samping (arah keluar).
- Pada plat lipat yang berkembang dalam bentuk tiga dimensi ini untuk mencapai tingkat kekokohan & kekakuan yang memenuhi syarat, pada puncak dan kaki lipatan harus satu kesatuan yang kuat dan tidak boleh bergeser tempat

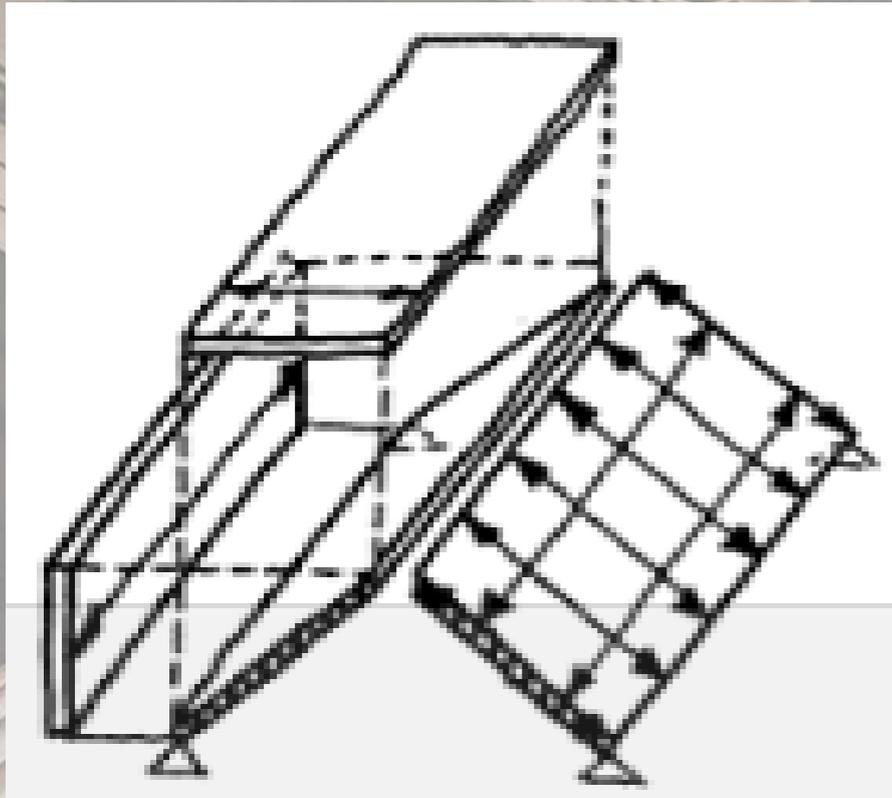
PENYALURAN BEBAN



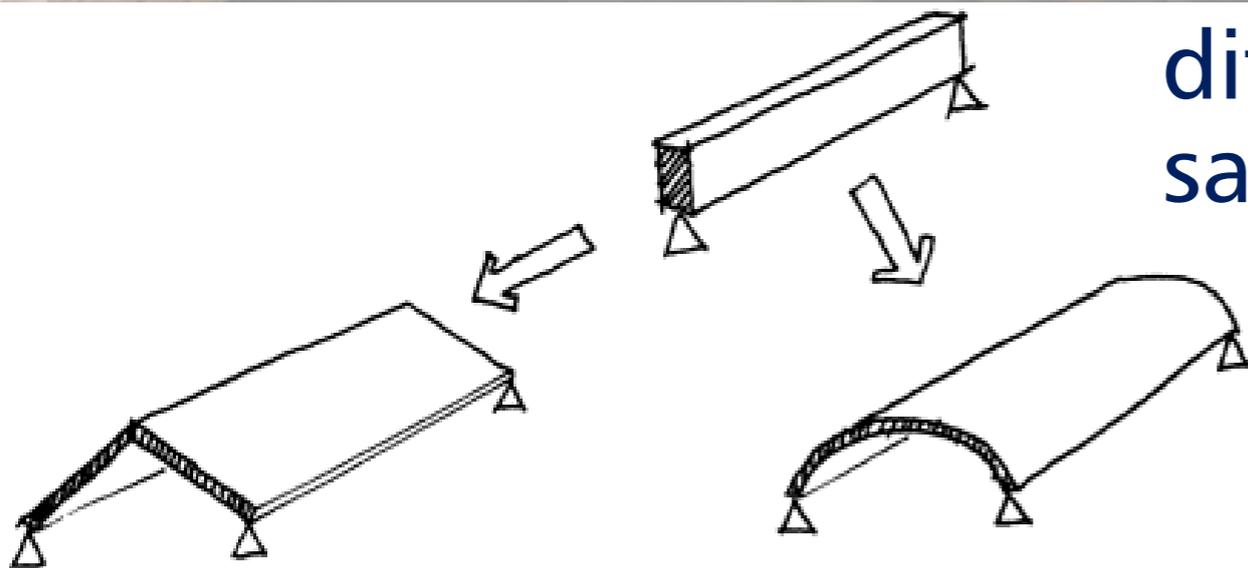
Proses Distribusi Beban:

- Pada awalnya, kekuatan eksternal dipindahkan ke tepi yang lebih pendek dari satu elemen lipat.
- Di sana, reaksi sebagai gaya aksial dibagi antara elemen-elemen yang berdekatan.
- Kemudian gaya dipindahkan ke bantalan.

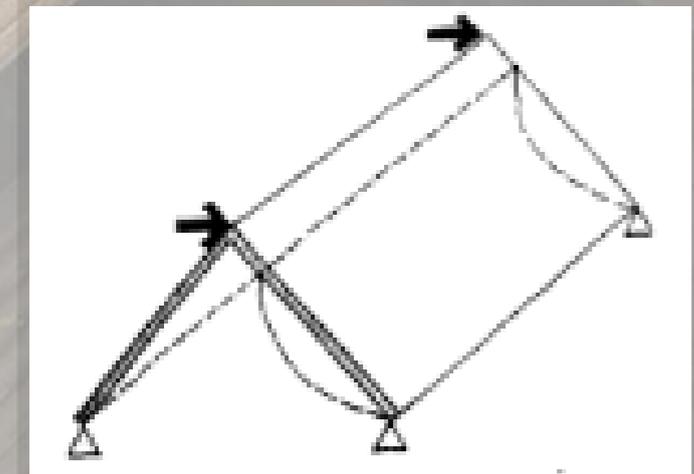
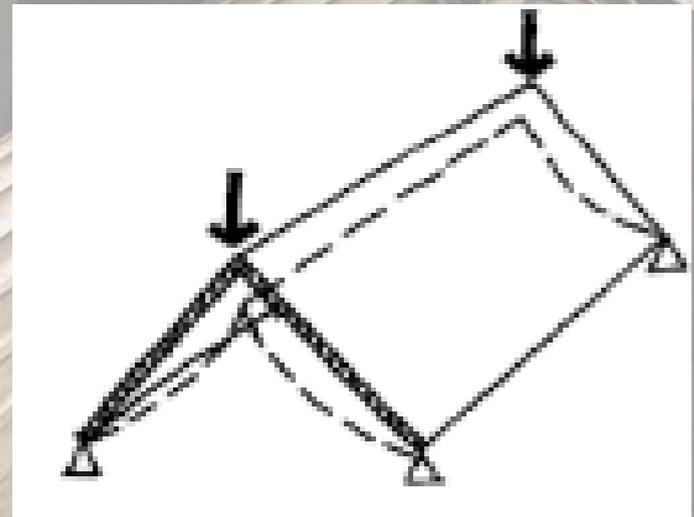
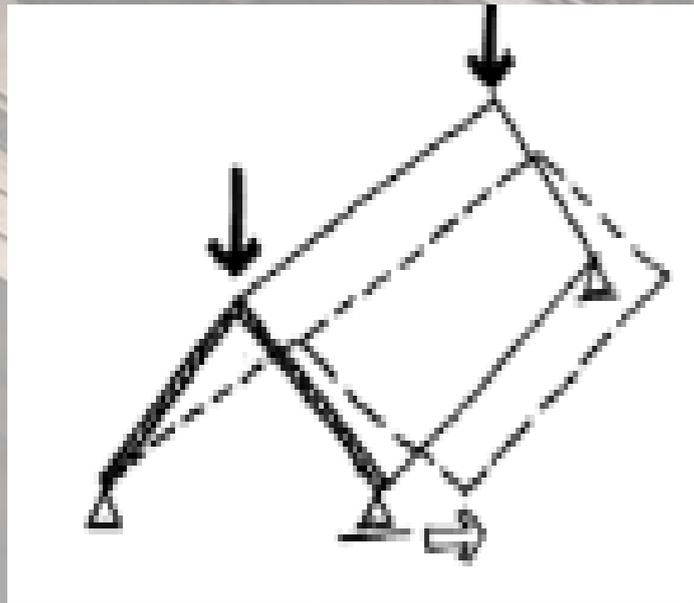
PENYALURAN BEBAN



- Pada plat lipat ini beban dari atas disalurkan kebawah, dan menghasilkan gaya tekan dan gaya geser ke pondasi. Tumpuan yang dapat digunakan adalah tumpuan sendi dan engsel.
- Dalam arah memanjang, bentuk struktur plat lipat dapat dianggap sebagai balok, sehingga tumpuannya dapat ditempatkan pada ujungnya saja.



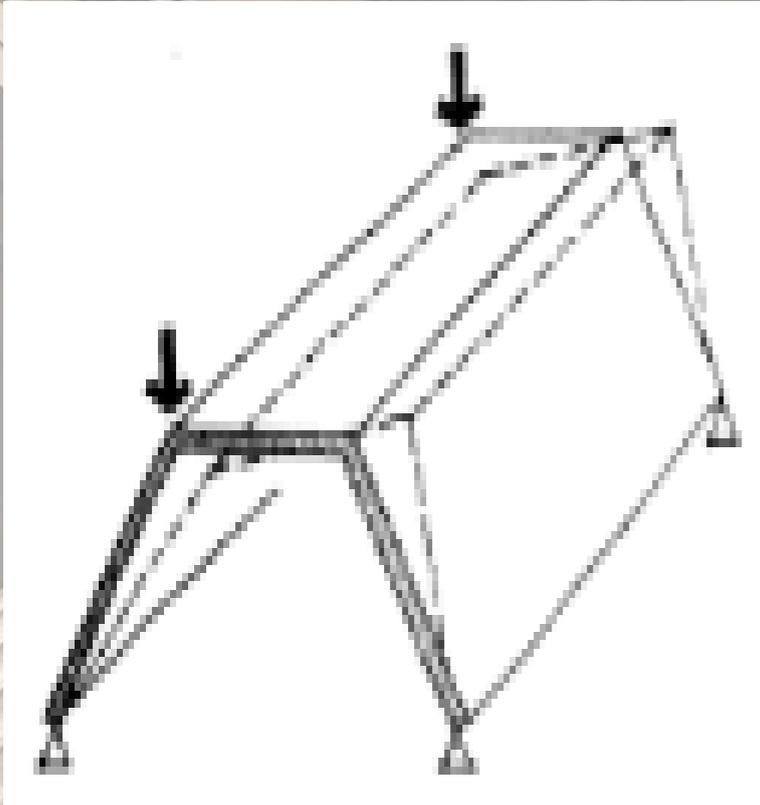
PERUBAHAN BENTUK AKIBAT GAYA



- Jika gaya vertikal, tumpuan sendi & rol, timbul pergeseran sisi tumpuan rol dan penurunan ketinggian puncak lipatan
- Jika gaya vertikal dan tumpuan sendi, tekukan pada 2 sisi akibat beban vertikal & kekakuan kedua bidang struktur agak kecil, akhirnya salah satu bidang tertekuk.
- Jika gaya horizontal & tumpuan sendi, tekuk pada 1 sisi dari bidang strukturalnya akibat dari gaya horizontal dan kemungkinan kekakuan dari masing-masing bidang tidaklah sama sehingga satu bidang mudah tertekuk.

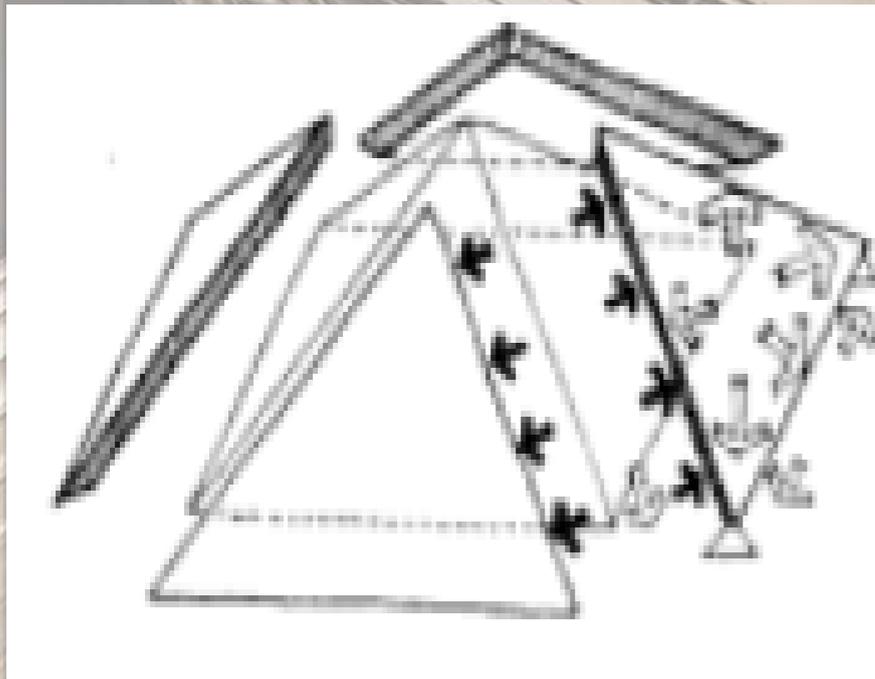
PERUBAHAN BENTUK AKIBAT GAYA

- Plat lipat yang tidak berbentuk segitiga akan lebih mudah mengalami perubahan sudutnya, terutama jika lipatan (sambungan sudutnya) tidak cukup kuat walaupun tumpuannya kuat dan mampu menahan beban horizontal dan beban vertikal.
- Perubahan sudut oleh beban pada satu sudut saja atau beban horizontal akan menghasilkan penurunan ketinggian pada sudut tersebut dan menghasilkan peningkatan ketinggian di lain sudut.

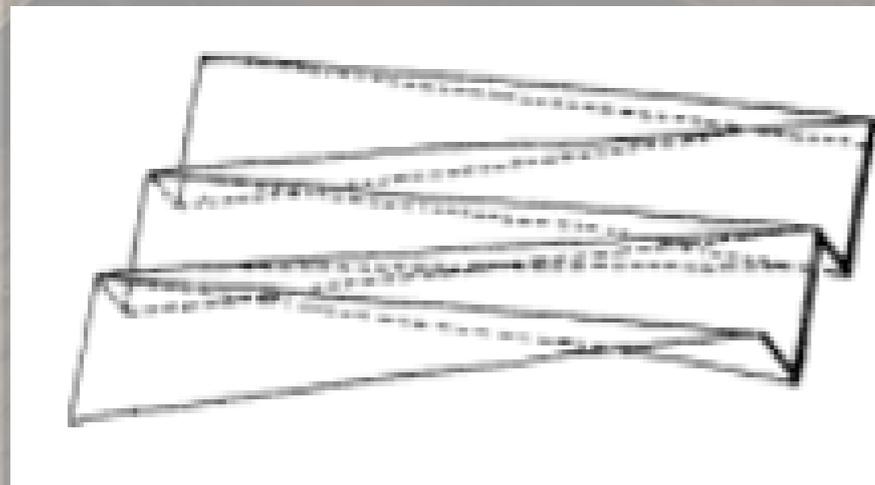


PERUBAHAN BENTUK AKIBAT GAYA

- Plat lipat dengan beberapa lipatan akan bisa kukuh sekali jika lipatan-lipatan tersebut tidak sejajar, malah berlawanan arah dan dengan bidang-bidang masing-masing berbentuk segitiga, sebagai berikut :



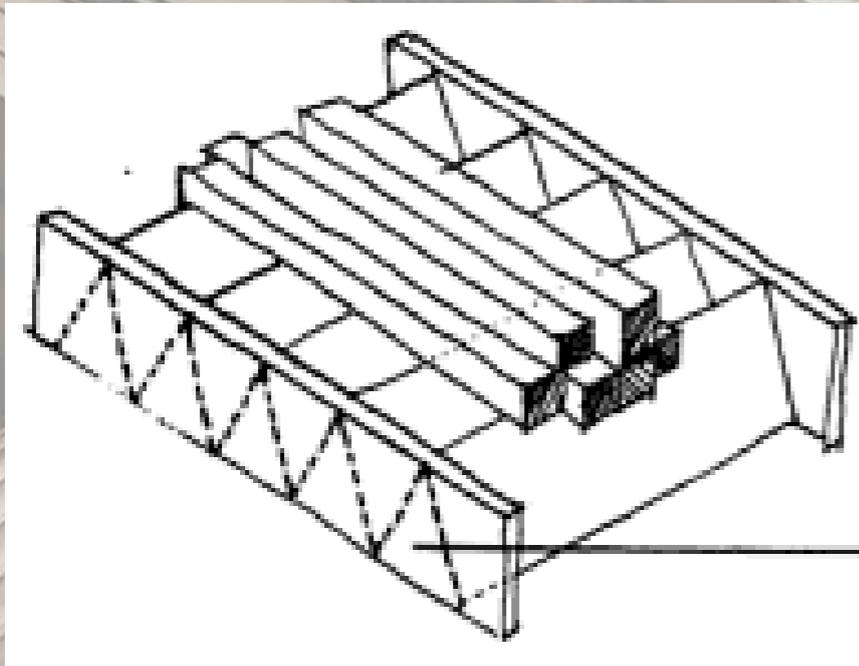
Sistem piramida dimana tepi bawah menerima gaya tarik



Sistem plat lipat majemuk dengan bidangnya berbentuk segitiga

PENGAKU UNTUK ATASI DEFORMASI

- Dengan plat pengaku, struktur lipatan ini mampu menerima beban yang cukup berat.



Plat pengaku (stiffener)

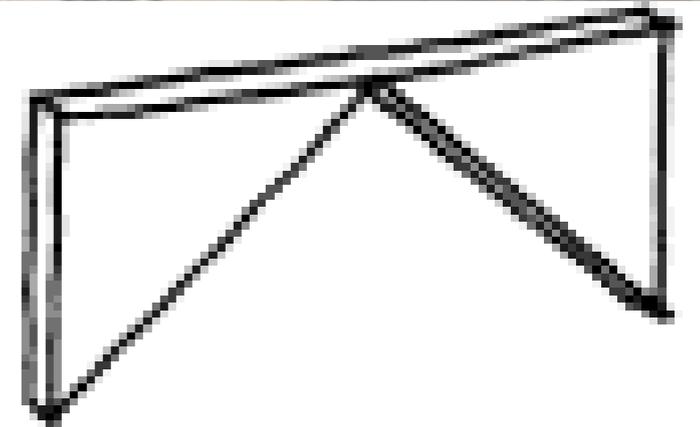
Sistem plat pengaku dapat dilakukan pada bidang lipatan dengan 3 cara



keseluruhan bidang



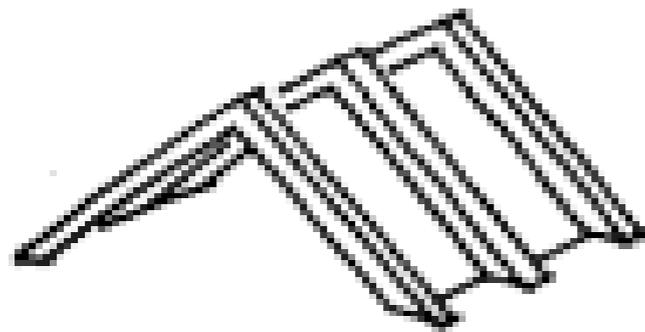
bidang di dalam lipatan



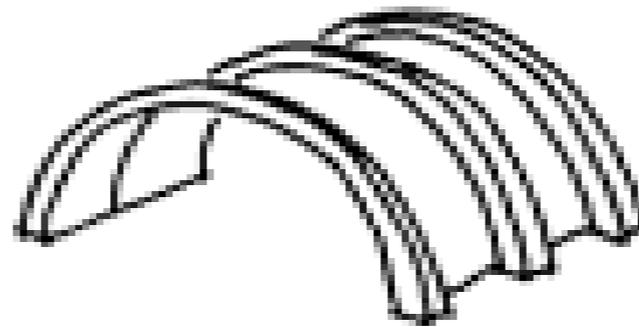
bidang di luar lipatan

PENGAKU UNTUK ATASI DEFORMASI

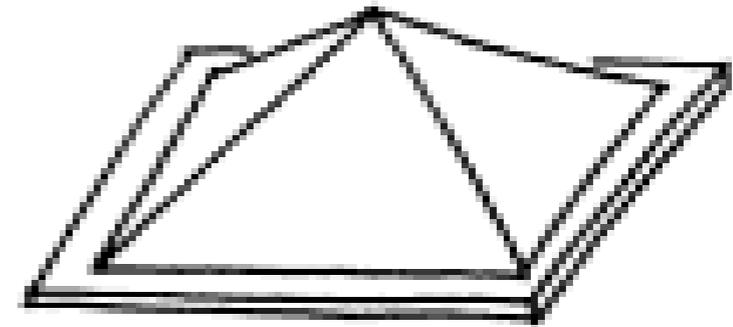
- Sistem pengaku juga bisa dibuat dengan balok-balok pengaku yang mengikat bidang struktural atau menambah bidang struktural pada tempat-tempat tertentu.



Balok pengaku pada pelat lipatan

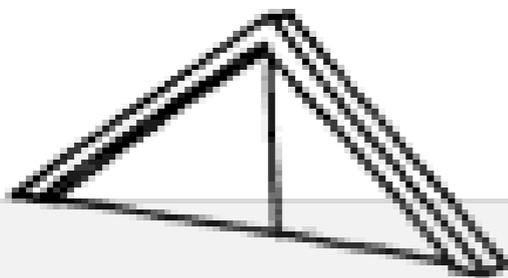


Balok pengaku pada pelat lengkung

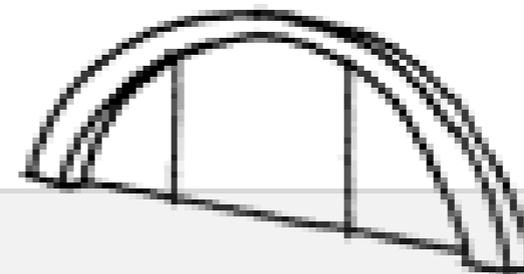


Balok pengaku/ring balok pada piramida

Sistem pengaku juga bisa menggunakan batang tarik, namun hanya dapat dilakukan sebagai penambahan dari sistem balok-balok pengaku.



Batang tarik pada pelat lipatan



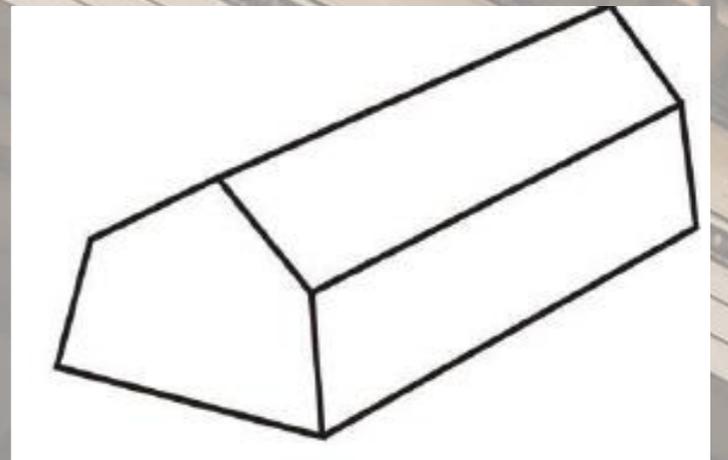
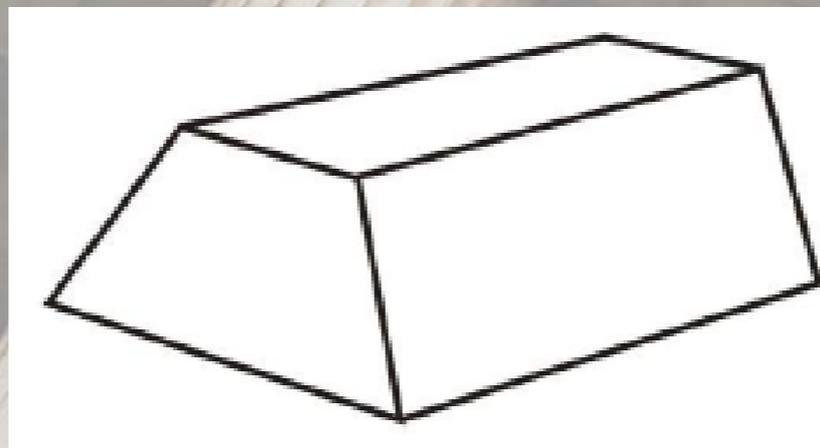
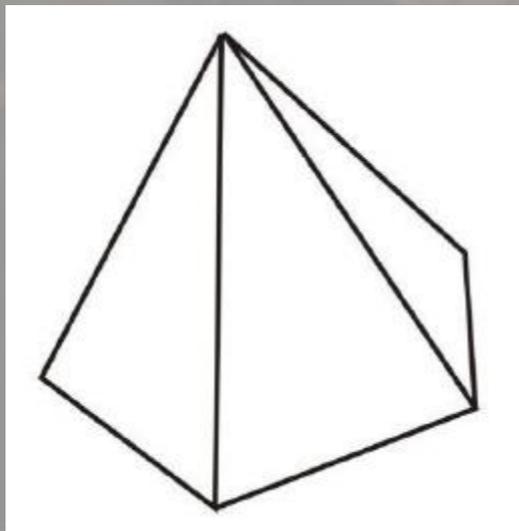
Batang tarik pada pelat lengkung

KELEBIHAN PLAT LIPAT

- Plat lipat berfungsi sebagai bidang vertikal yang dapat menggantikan kolom-kolom dan sekaligus menjadi *bearing wall*.
- Plat lipat sebagai bidang horisontal dapat menggantikan balok-balok. Batangan dapat dicapai lebih besar (dengan perbandingan tertentu antara bentangan dan tinggi lipatan).
- Bentuk konstruksi lipatan sangat sesuai untuk bentuk-bentuk atap di daerah-daerah yang banyak turun hujan.
- Bentuk plat lipat ini baik pula untuk digunakan mengatur akustik dan cahaya.

BENTUK DASAR PLAT LIPAT

- Bentuk -bentuk yang dapat dijadikan dasar perkembangan bentuk konstruksi lipat adalah bentuk-bentuk dasar:
 - **piramidal,**
 - **prismatik**
 - **semi prismatik.**
- **Bentuk prismatik** ialah bentuk yang terdiri dari bidang-bidang datar bersudut siku-siku dan bidang-bidang yang melintang tegak lurus pada kedua belah sisi ujung bidang datar bersudut siku-siku.

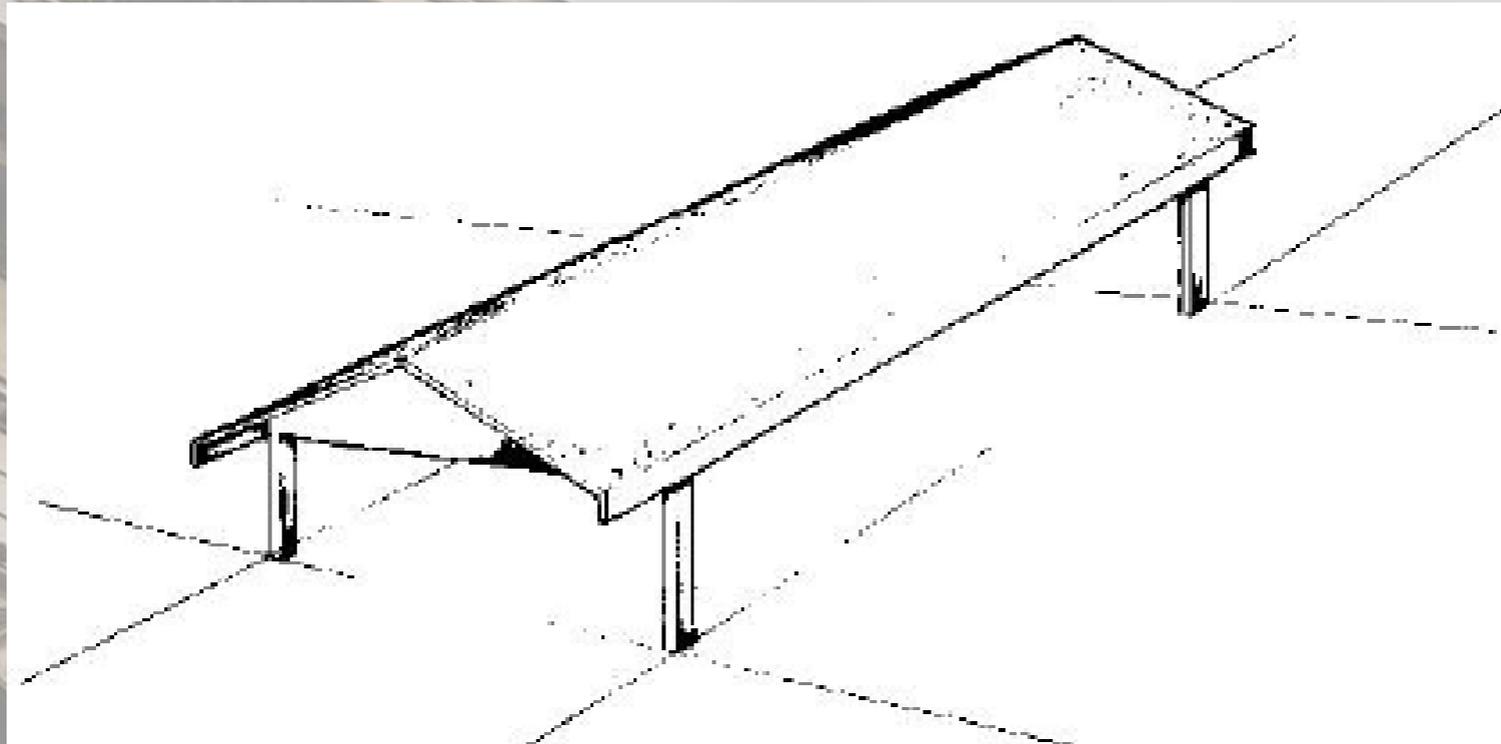


JENIS-JENIS PLAT LIPAT

- Plat lipat 2 segmen
- Plat lipat 3 segmen
- Plat lipat bentuk Z
- Plat lipat dinding
- Plat lipat kanopi
- Plat lipat runcing
- Plat lipat penyangga tepi
- Plat lipat *truss*
- Plat lipat rangka kaku



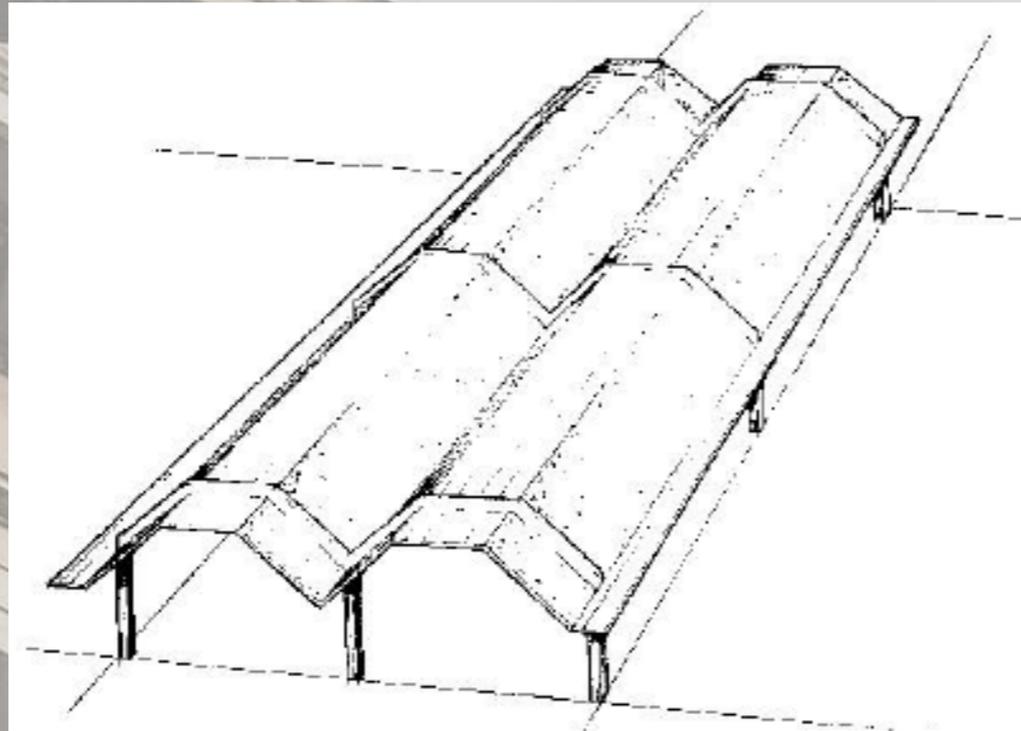
PLAT LIPAT 2 SEGMENT



Komponen dasar dari struktur plat lipat 2 segmen terdiri dari:

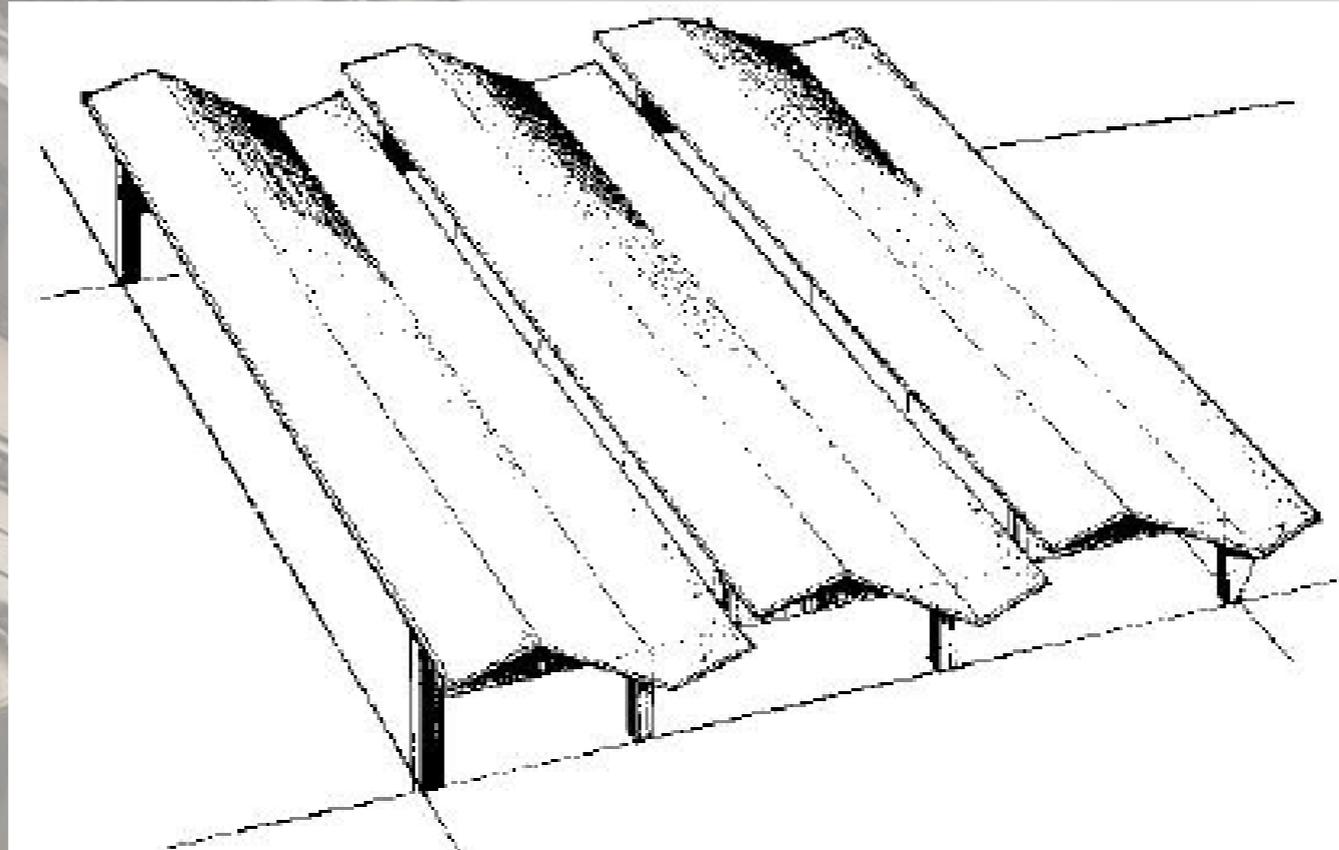
- plat miring,
- plat tepi yang digunakan untuk menguatkan plat yang lebar,
- pengaku untuk membawa beban ke penyangga dan menyatukan plat,
- kolom untuk menyangga struktur kaku

PLAT LIPAT 3 SEGMENT



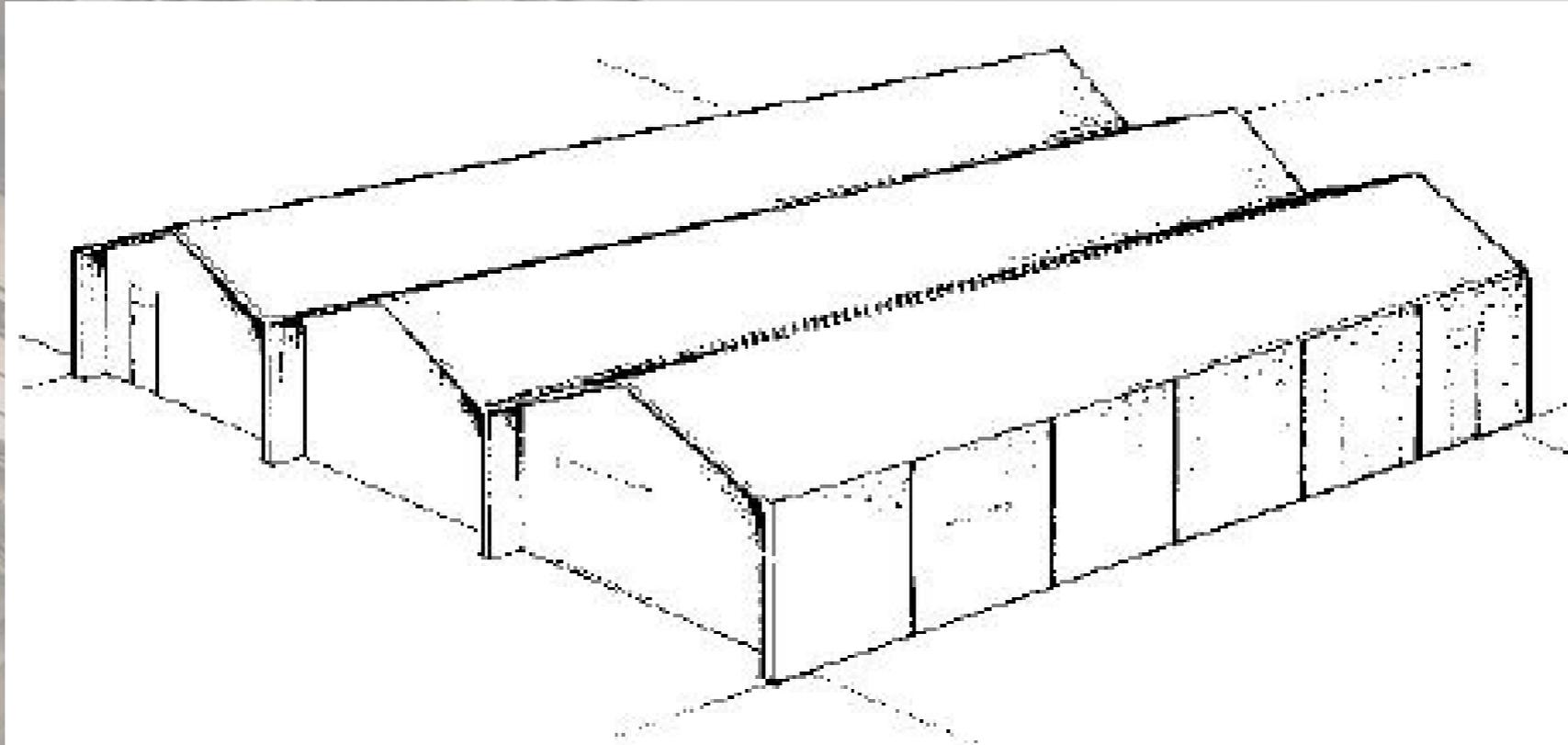
- Pengaku terakhirnya berupa rangka yang lebih kaku daripada balok penopang bagian dalam.
- Kekuatan dari reaksi plat di atas rangka kaku tersebut akan cukup besar dan di kolom luar tidak akan diseimbangkan oleh daya tolak dari plat yang berdekatan.
- Ukuran rangka dapat dikurangi dengan menggunakan tali baja antara ujung kolom.

PLAT LIPAT BENTUK Z



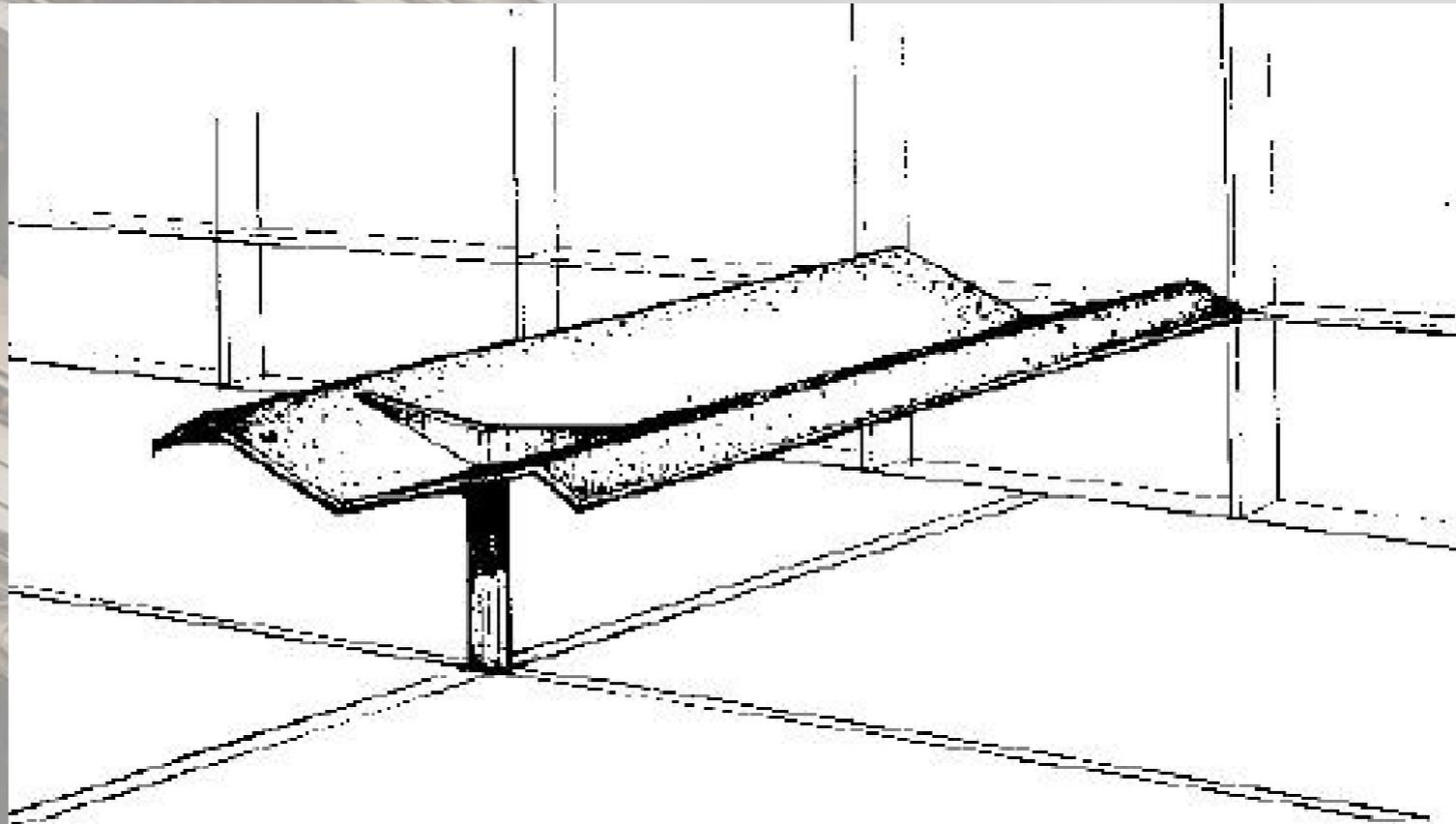
- Masing-masing unit di atas mempunyai satu plat miring yang lebar dan dua plat tepi yang diatur dengan jarak antara unit untuk jendela.
- Bentuk ini disebut *Z shell* dan sama dengan *louver* yang digunakan untuk ventilasi jendela.
- Bentuk Z ini adalah bentuk struktur yang kurang efisien karena tidak menerus dan kedalaman efektifnya lebih kecil daripada kedalaman vertikalnya.

PLAT LIPAT DINDING



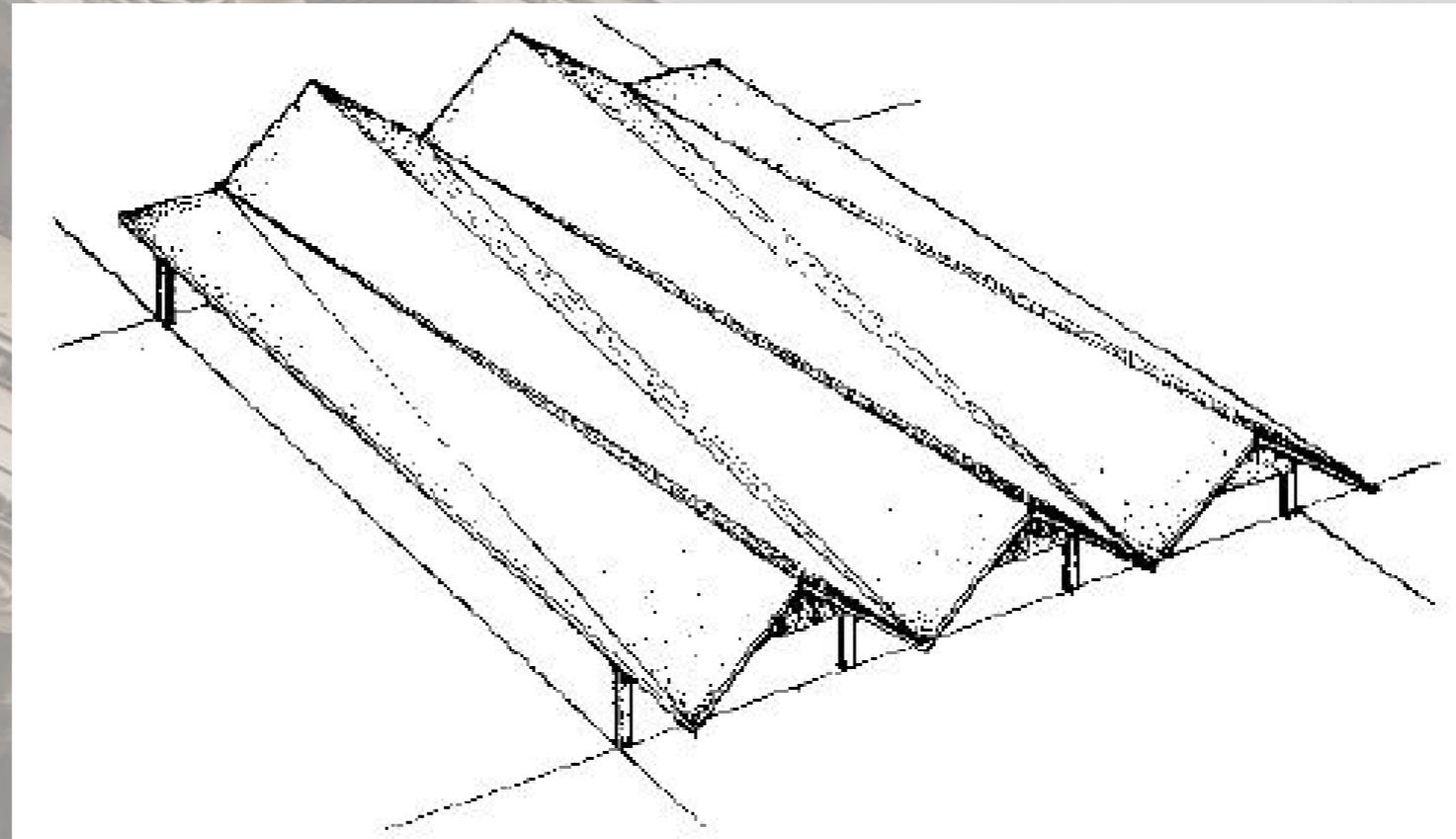
- Pada struktur ini , dinding merupakan konstruksi beton yang miring.
- Dinding didesain menerus dengan plat atap.
- Kolom tidak dibutuhkan di pertemuan tiap-tiap panel dinding karena dinding ditahan di ujung atas

PLAT LIPAT KANOPI



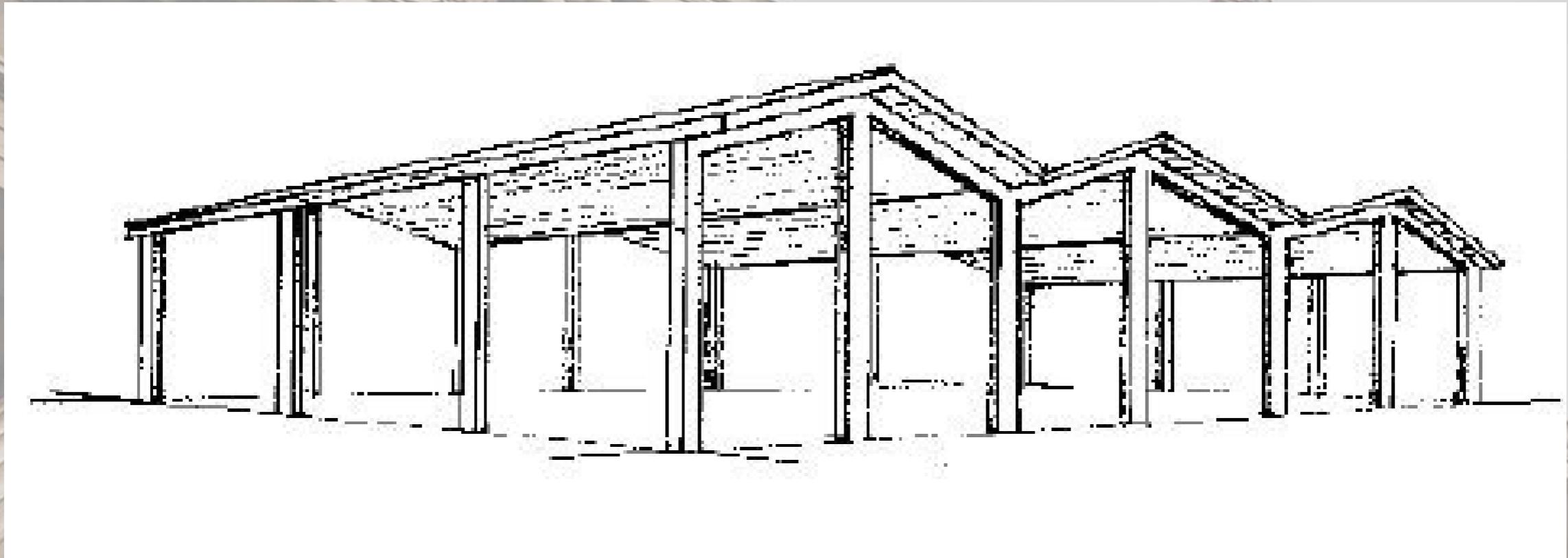
- Bentuk ini digunakan untuk kanopi kecil di *entrance* bangunan.
- Struktur ini mempunyai empat segmen. Pengaku struktur disembunyikan di permukaan atas sehingga tidak terlihat dan plat (*shell*) akan muncul untuk menutup kolom vertikal.
- Di dinding bangunan harus ada juga pengaku struktur tersembunyi di konstruksi dinding.

PLAT LIPAT RUNCING



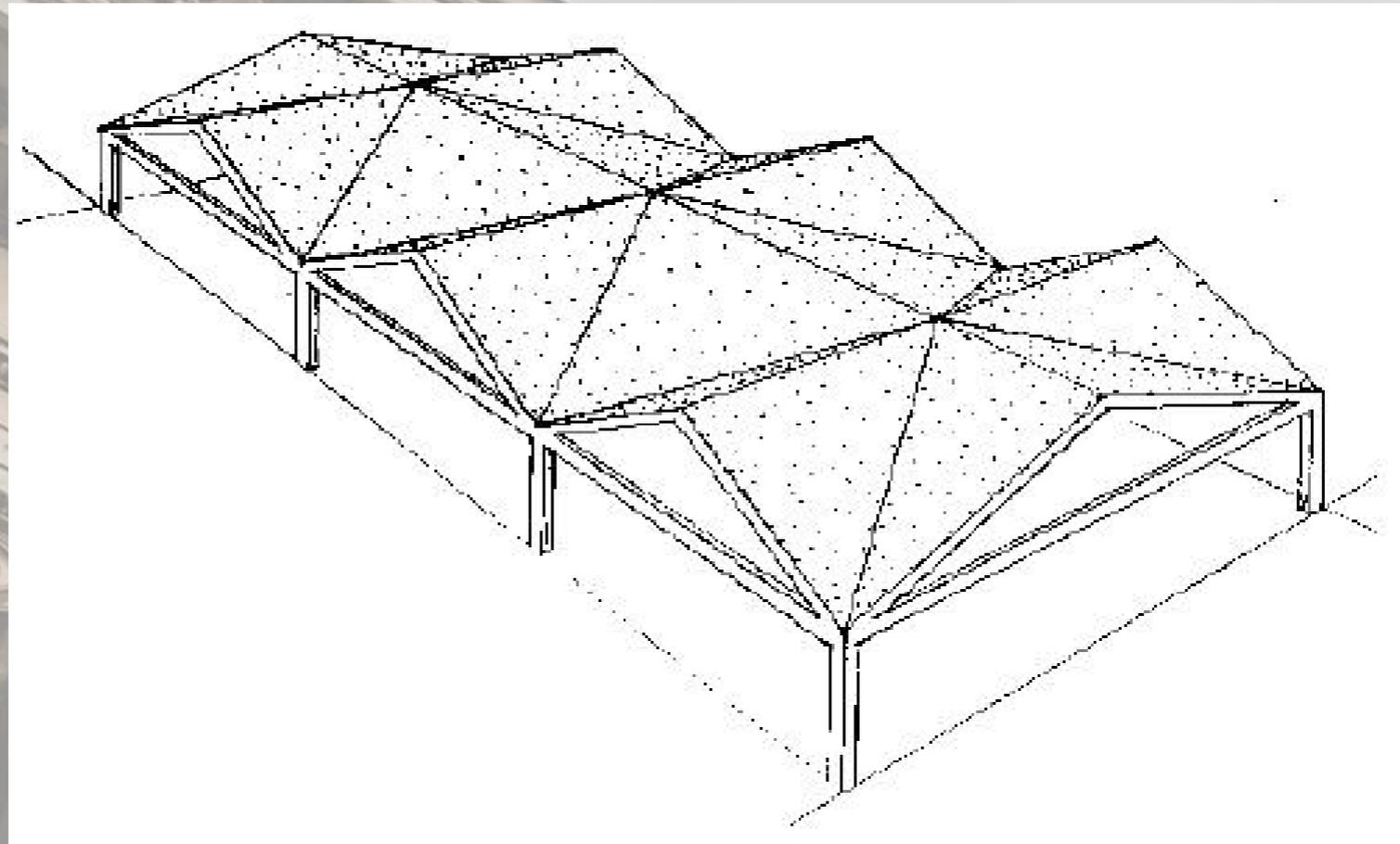
- Struktur ini dibentuk oleh elemen-elemen runcing.
- Berat plat di tengah bentang merupakan dimensi kritis untuk kekuatan tekukan.
- Struktur ini **tidak efisien** dan tidak cocok untuk bentang lebar karena kelebihan beban untuk bentang lebar.

PLAT LIPAT PENYANGGA TEPI



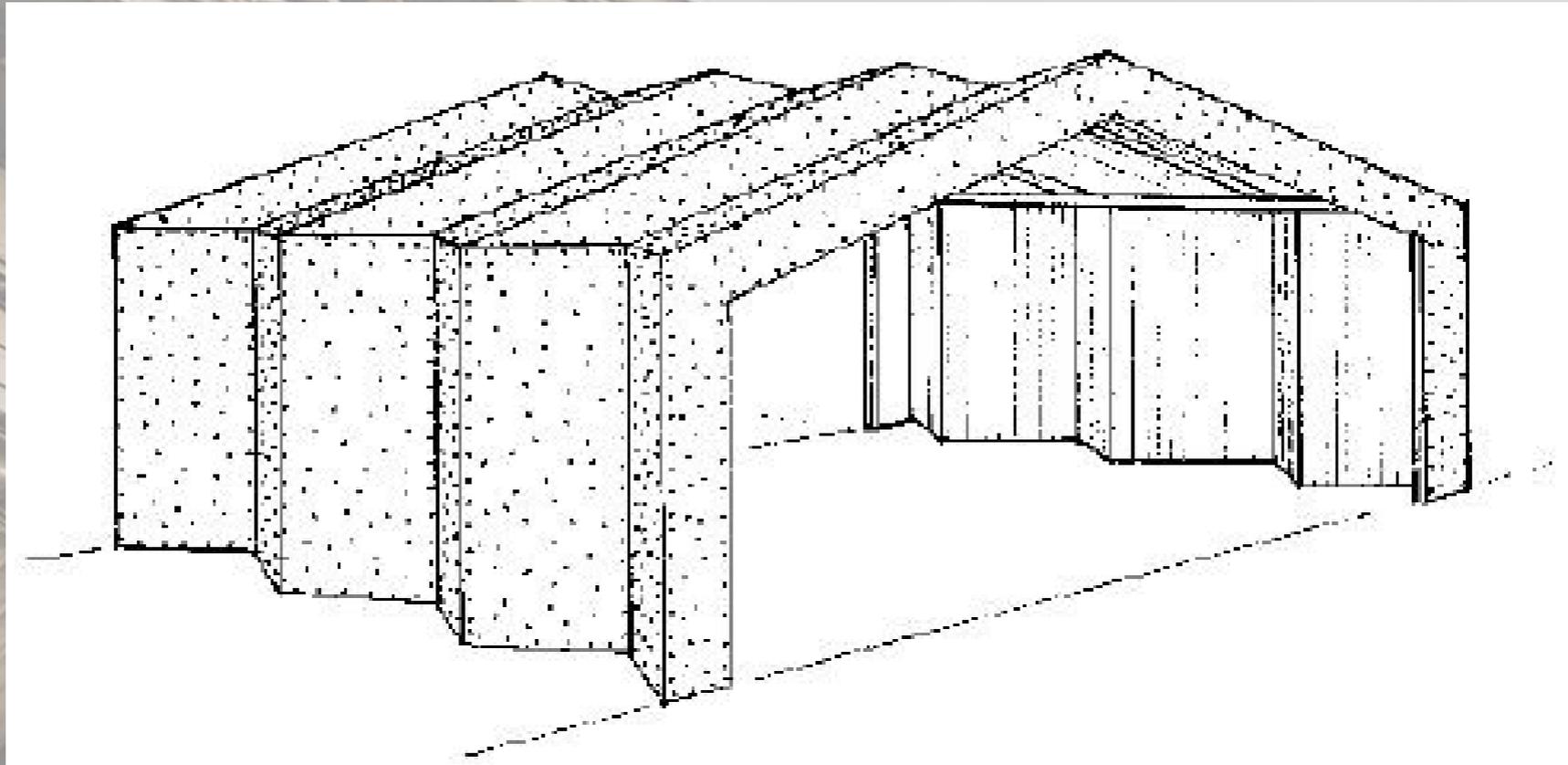
- Pada struktur ini, plat tepi dapat dikurangi dan struktur atap dapat dibuat terlihat sangat tipis jika plat tepi ditopang oleh rangkaian kolom.
- Struktur ini cocok digunakan untuk bangunan dengan estetika tinggi dengan desain atap yang tipis.

PLAT LIPAT *TRUSS*



Terdapat ikatan horizontal melintang di sisi lebar hanya di tepi bangunan. Hal ini memungkinkan plat lipat digunakan pada bentang lebar dengan pertimbangan struktural yang matang.

PLAT LIPAT RANGKA KAKU



- Sebuah lengkung dengan segmen lurus biasanya disebut rangka kaku.
- Struktur ini **tidak efisien** untuk bentuk kurva lengkung karena momen tekuk lebih besar

PENERAPAN PLAT LIPAT



Miami Marine Stadium,
Florida



Church of Notre Dame
de Royan, France

- Sebagai struktur atap
- Sebagai struktur dinding
- Sebagai struktur lantai
- Sebagai struktur sheet pile



Mezzanine ceiling called
"Kielsteg"



Securing The Foundation
Pit With Larsen Planks

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



Masjid Negara, Masjid Nasional Malaysia di Kuala Lumpur

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



Masjid Negara, Masjid Nasional Malaysia di Kuala Lumpur

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



Masjid Negara, Masjid Nasional Malaysia di Kuala Lumpur

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



Masjid Negara, Masjid Nasional Malaysia di Kuala Lumpur

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



Masjid Negara, Masjid Nasional Malaysia di Kuala Lumpur

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



Miami Marine Stadium

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



Miami Marine Stadium

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



Miami Marine Stadium

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



Miami Marine Stadium

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



MUSEUM ROYAL ONTARIO - Toronto - Kanada

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



MUSEUM ROYAL ONTARIO - Toronto - Kanada

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



MUSEUM ROYAL ONTARIO - Toronto - Kanada

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



MUSEUM ROYAL ONTARIO - Toronto - Kanada

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



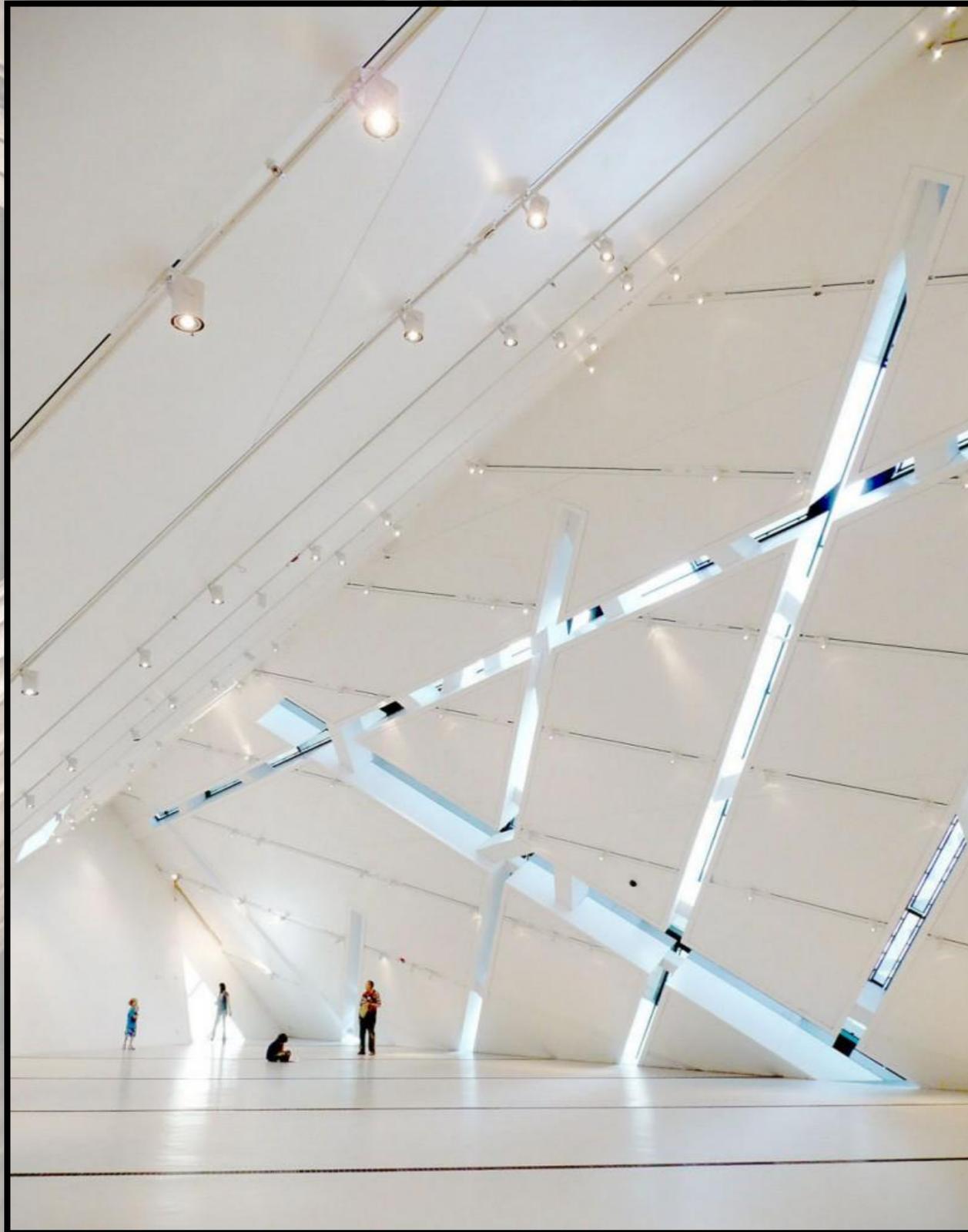
MUSEUM ROYAL ONTARIO - Toronto - Kanada

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



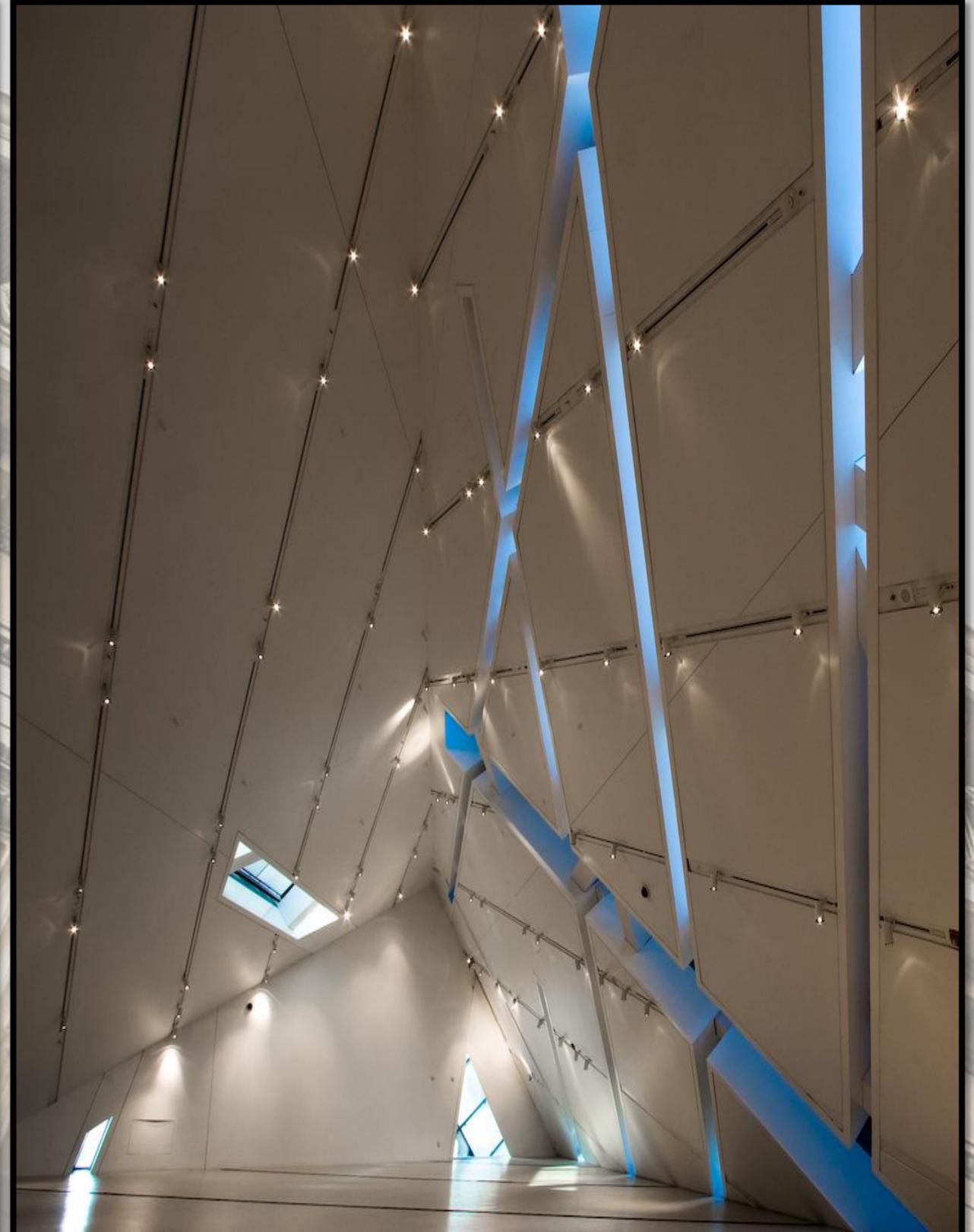
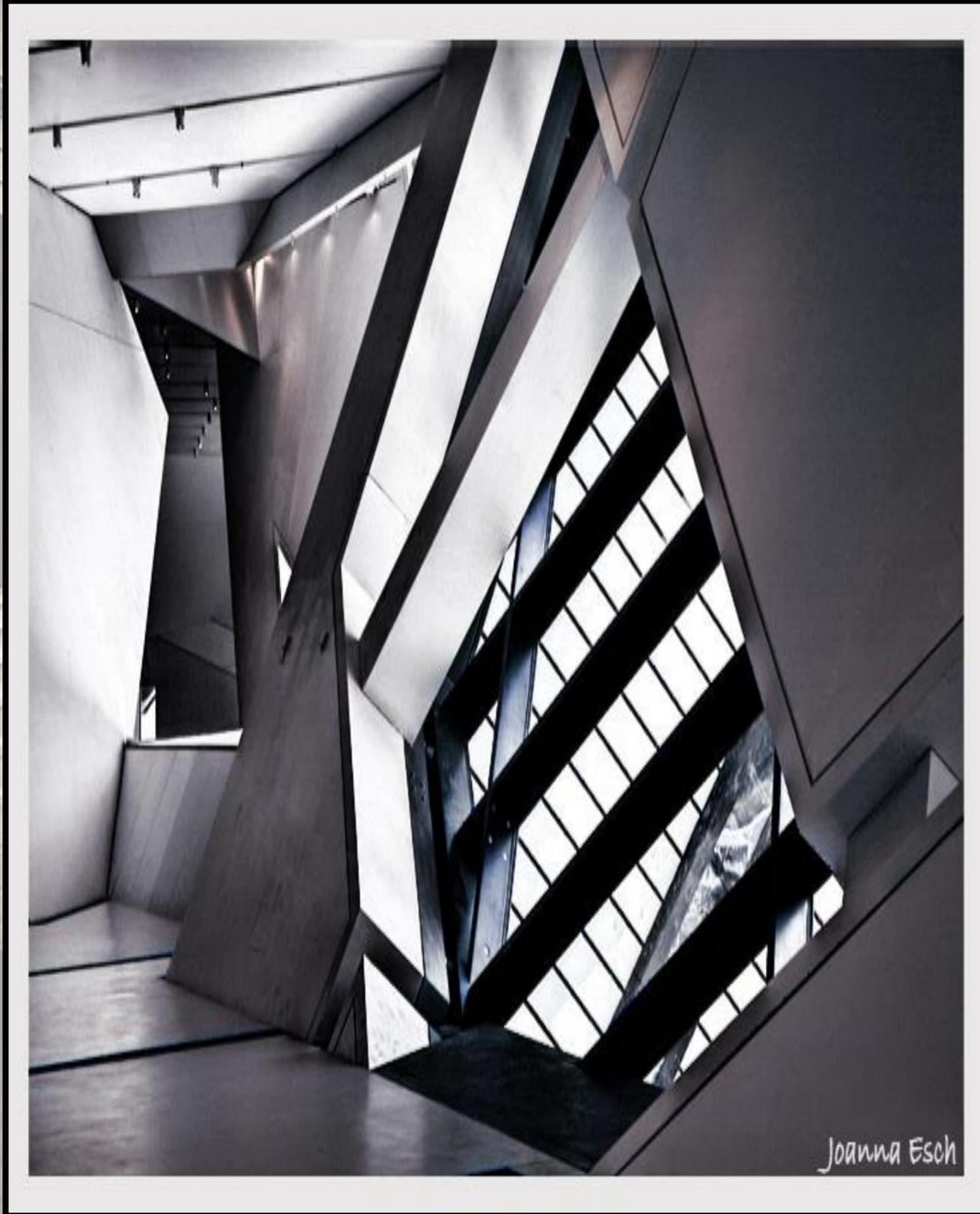
MUSEUM ROYAL ONTARIO - Toronto - Kanada

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



MUSEUM ROYAL ONTARIO - Toronto - Kanada

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



MUSEUM ROYAL ONTARIO - Toronto - Kanada

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



New Terminal at Pulkovo International Airport (oleh Grimshaw)

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



New Terminal at Pulkovo International Airport (oleh Grimshaw)

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



New Terminal at Pulkovo International Airport (oleh Grimshaw)

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



New Terminal at Pulkovo International Airport (oleh Grimshaw)

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT

Air Force Academy Chapel, USA

- Arsitek: Walter Netsch,
- Panjang : 280 ft, tinggi: 150 ft,
lebar : 84 ft,
- Tahun : 1962



CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



United States Air Force Academy Chapel

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



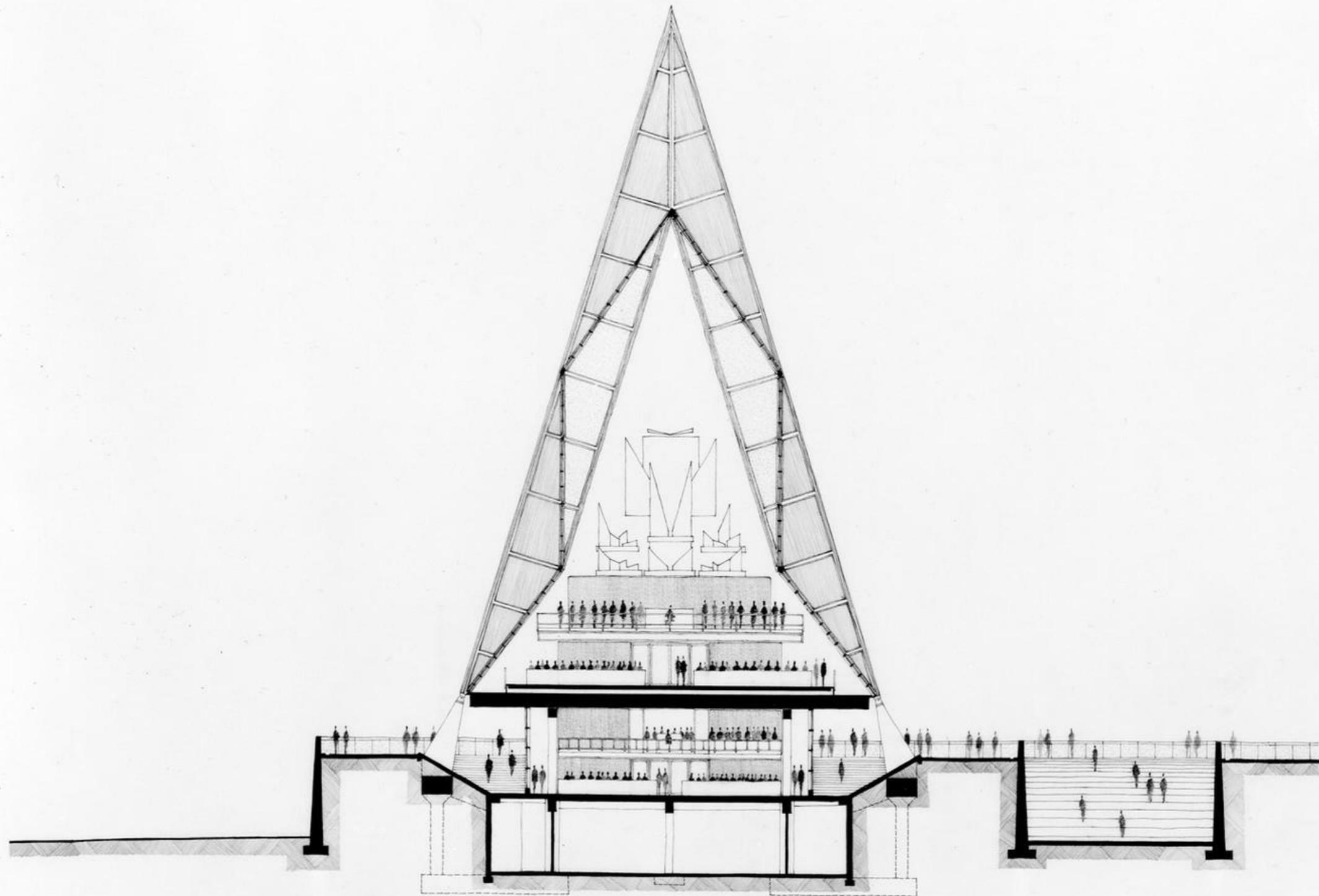
United States Air Force Academy Chapel

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



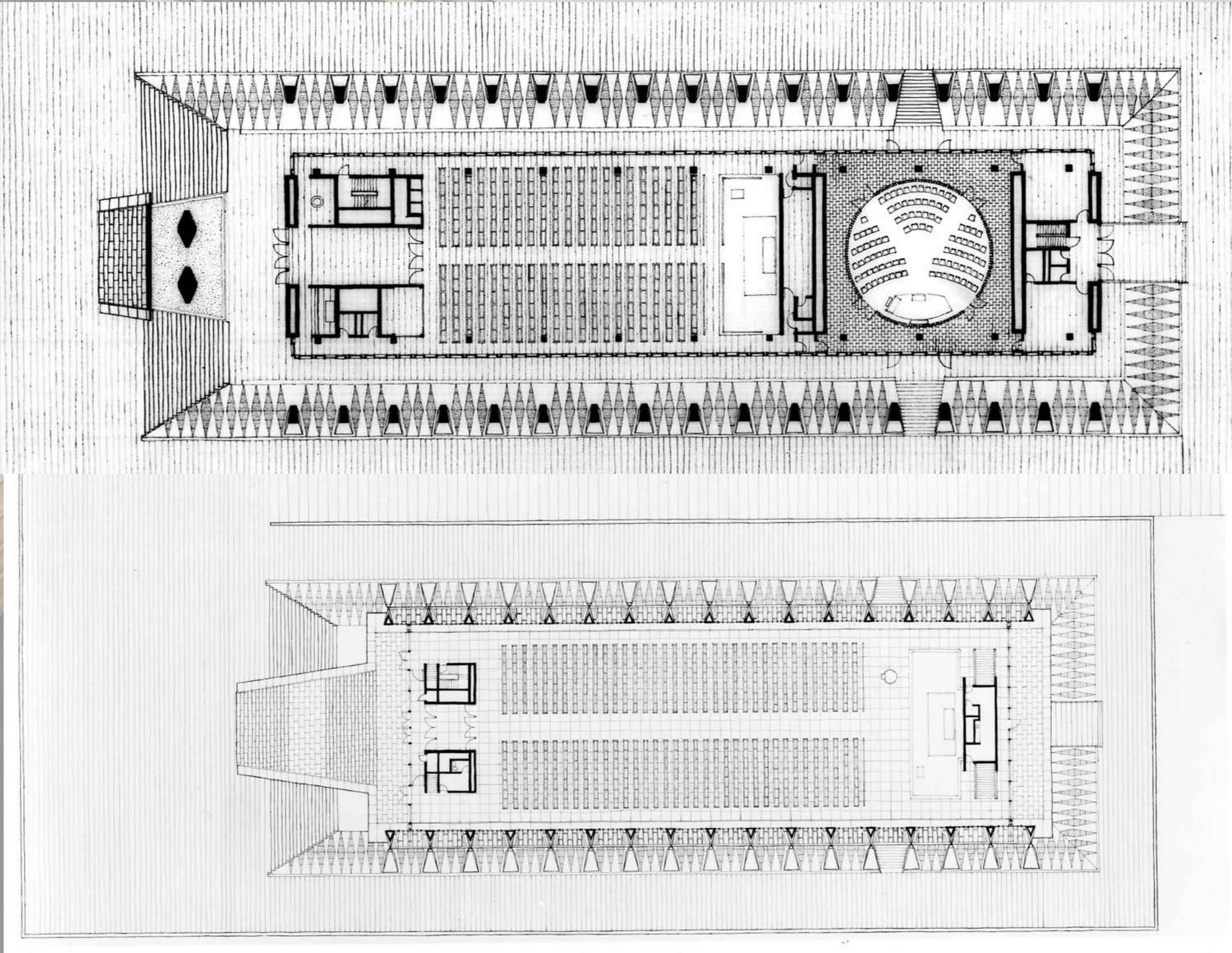
United States Air Force Academy Chapel

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



United States Air Force Academy Chapel

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT



United States Air Force Academy Chapel

CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT

Yokohama International Passenger Terminal,

- Arsitek: Alejandro Zaera-Polo & Farshid Moussavi
- Luas lantai: 34,732 m²,
- Panjang : 430m, tinggi : 15m, lebar : 70m



CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT

Yokohama International Passenger Terminal,

- Arsitek: Alejandro Zaera-Polo & Farshid Moussavi
- Luas lantai: 34,732 m²,
- Panjang : 430m, tinggi : 15m, lebar : 70m



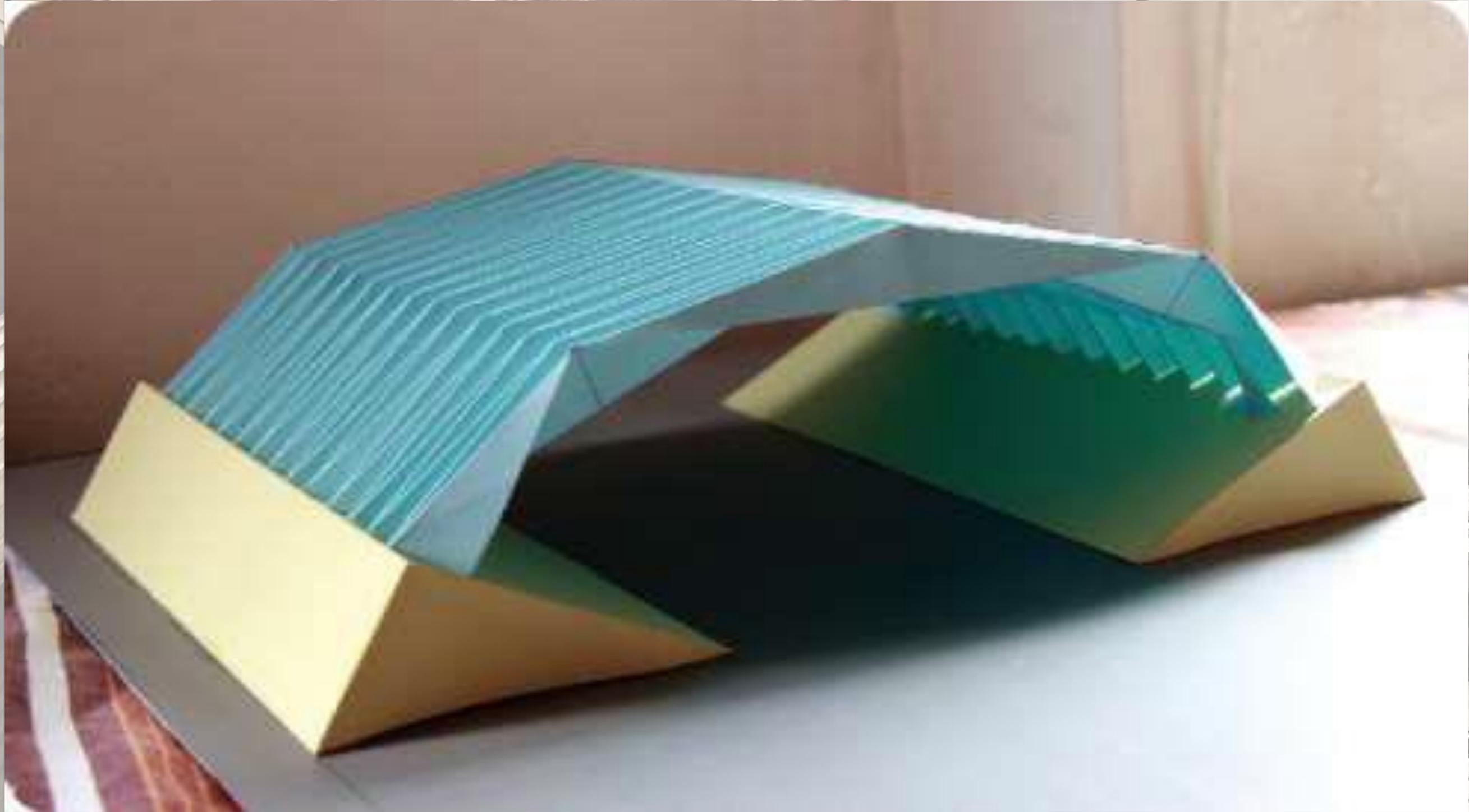
CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT

Yokohama International Passenger Terminal,



CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT

Yokohama International Passenger Terminal,



CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT

Bangladesh National Museum



CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT

Stasiun KA Kamalapur, Bangladesh



CONTOH BANGUNAN PLAT LIPAT

Mausoleum Of Three Leaders, Bangladesh

