



Struktur Bentang Lebar

Pengantar Struktur Bentang Lebar

M. AGUNG WAHYUDI, ST.MT.

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

STRUKTUR BENTANG LEBAR

Bentuk bangunan tidak terlepas dari bagaimana manusia menyusun elemen-elemen pembentuknya menjadi seperti yang diinginkan dalam menciptakan ruang di dalamnya /dibawahnya.

Teknologi konstruksi dalam menyusun elemen-elemen pembentuk tersebut turut mempengaruhi bentuk yang dihasilkan. Kemajuan jaman telah membawa perkembangan pada pengetahuan konstruksi, menjadikan kemungkinan-kemungkinan bentuk menjadi lebih bervariasi dan seakan tak memiliki batas.

STRUKTUR BENTANG LEBAR

Salah satu hal yang menguntungkan bagi dunia arsitektur adalah berkembangnya struktur bentang lebar.

Bangunan bentang lebar merupakan bangunan yang memungkinkan penggunaan ruang bebas kolom yang selebar dan sepanjang mungkin.

Bangunan bentang lebar biasanya digunakan untuk mewadahi kegiatan yang membutuhkan ruang bebas kolom yang cukup besar, seperti untuk kegiatan olahraga berupa gedung stadion, gedung pertunjukan, auditorium, dan kegiatan pameran atau gedung exhibition.

STRUKTUR ADALAH SISTEM

Latar Belakang

Sistem yang baik adalah setiap elemen-elemen yang tergabung saling bahu membahu, bersinergi, kerjasama, kompak dan solid untuk mencapai apa yang menjadi tujuannya

Pengertian

Struktur adalah sebuah sistem, artinya gabungan atau rangkaian dari berbagai macam elemen-elemen yang dirakit sedemikian rupa hingga menjadi satu kesatuan yang utuh

STRUKTUR ADALAH SISTEM

manfaat sistem struktur

Sistem struktur dalam bangunan arsitektural harus dapat melindungi bangunan dan seisinya dari pengaruh beban-beban dari luar

tujuan dari sistem struktur

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

PENGERTIAN STRUKTUR

- **Struktur** merupakan sarana untuk menyalurkan beban akibat penggunaan dan atau kehadiran bangunan dalam tanah. Struktur juga dapat didefinisikan sebagai suatu entitas fisik yang memiliki sifat keseluruhan yang dapat dipahami sebagai suatu organisasi unsur-unsur pokok yang ditempatkan dalam suatu ruangan yang didalamnya karakter keseluruhan itu mendominasi interelasi bagian-bagiannya (**Schodek, 1998:3**).
- Struktur merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban-beban (**MacDonals, 2001:1**).

PENGERTIAN STRUKTUR

- Struktur dianggap sebagai alat untuk mewujudkan gaya-gaya eksternal menjadi mekanisme pemikulan beban internal untuk menopang dan memperkuat suatu konsep arsitektural. Penafsiran yang lebih luas tentang struktur adalah yang didalamnya alat-alat penopang dan metode-metode konstruksi dianggap sebagai faktor intrinsik dan penentu bentuk dalam proses perancangan bangunan (Snyder & Catanese, 1989:259).

JENIS-JENIS STRUKTUR BENTANG LEBAR

Dalam Schodek, 1998, struktur bentang lebar dibagi kedalam beberapa sistem struktur yaitu:

- Struktur Rangka Batang dan Rangka Ruang
- Struktur *Funicular*, yaitu kabel dan pelengkung (*Arch*)
- Struktur *Plan* dan *Grid*
- Struktur Membran meliputi Pneumatik dan *tent structure* (tenda) dan *net* (jaring)
- Struktur Cangkang (*Shell*)

JENIS-JENIS STRUKTUR BENTANG LEBAR

Sutrisno, 1989, membagi ke dalam 3 jenis, yaitu:

- (1) Struktur ruang**, yang terdiri atas Konstruksi bangunan petak /grid (struktur rangka batang) dan struktur rangka ruang.
- (2) Struktur permukaan bidang**, terdiri atas:
 - Struktur Lipatan
 - Struktur Cangkang
 - Membran dan Struktur Membran
 - Struktur Pneumatik
- (3) Struktur kabel dan jaringan**

BEBAN YANG BEKERJA PADA STRUKTUR

- Beban hidup (*Dead load*)
- Beban Hidup (*Live load*)
- Beban Angin (*Wind load*)
- Tekanan dari perbedaan temperatur
- Tekanan dari bentuk lain disruption seperti pergerakan tanah, getaran, perubahan bentuk (deformasi)

Berapa panjang bentang-lebar untuk bangunan :

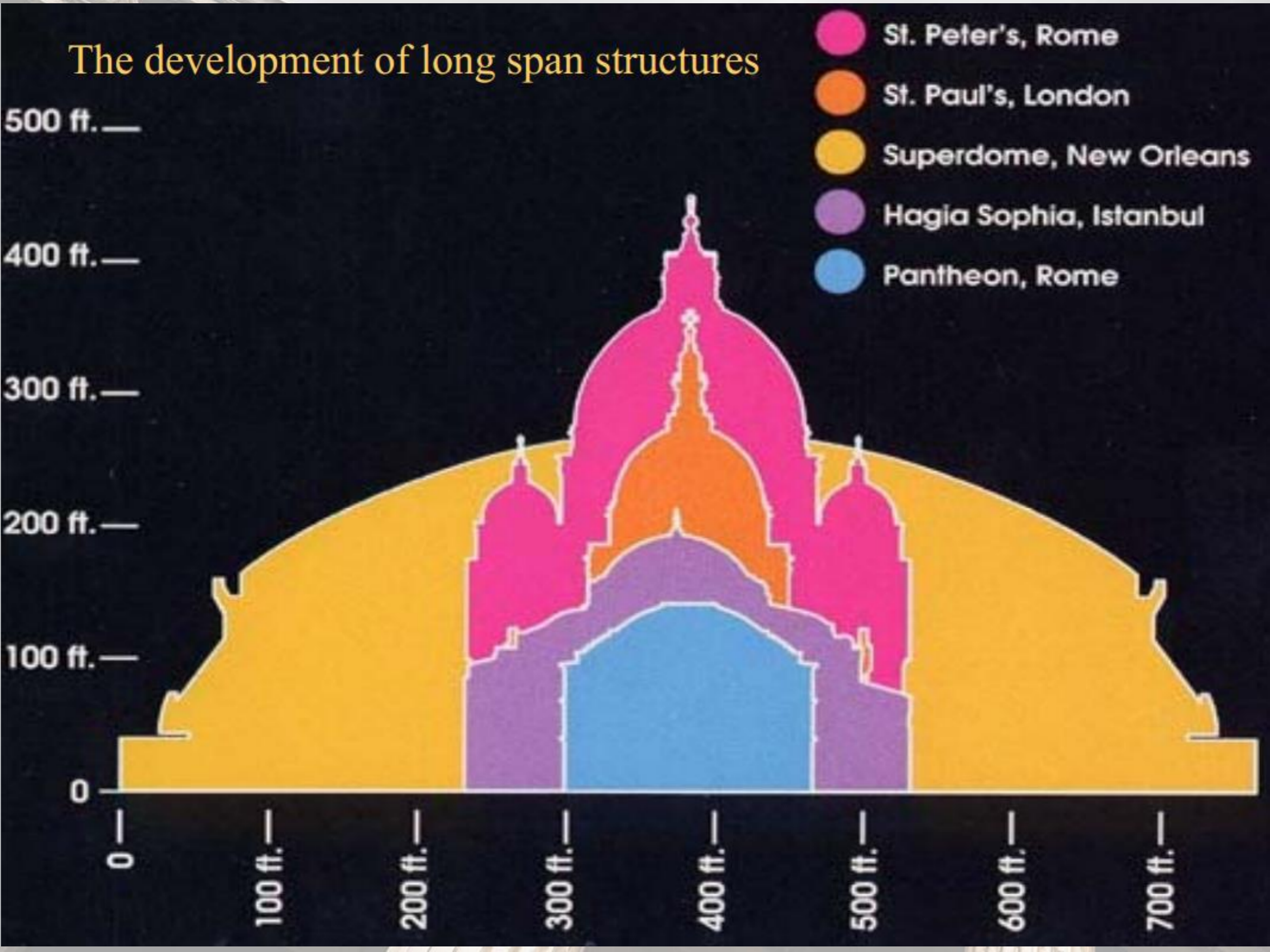
Struktur dengan rentang lebih besar dari 20 m dapat dianggap sebagai struktur bentang lebar, & untuk rentang sampai 20m ini biasanya dapat dicapai dengan struktur beton bertulang/RC (*reinforced concrete*) biasa.

MATERIAL STRUKTUR BENTANG LEBAR

Material yang sesuai untuk berbagai bentuk struktur bentang lebar & kompleks:

1. Semua beton bertulang termasuk *precast*
2. Semua logam (baja struktural, *stainless steel* atau *aluminium alloy*),
3. Semua kayu
4. Kayu lapis
5. Kombinasi beton bertulang dengan baja
6. Plastik lapis tekstil
7. Plastik diperkuat serat/Fiber

The development of long span structures



SEJARAH STRUKTUR BENTANG LEBAR

- Ruang yang luas tanpa ditopang kolom internal dan jembatan dengan bentang panjang telah dibangun sejak zaman kuno.
- **Kubah**, hingga abad ke-19, memiliki rentang maksimum 50 meter & baru di abad 20 melalui kemajuan teknologi bisa terlampaui. Kini menutup ruang dengan bentang sejauh 300 meter dan menyangga jembatan hingga 2000-3000 meter mampu dibangun.

SEJARAH STRUKTUR BENTANG LEBAR

- Ruang atap bentang-lebar memiliki semacam **struktur pendukung**, yang meneruskan beban ke tanah, atau didukung oleh elemen terpisah seperti tiang, kolom & rangka.
- Ruang tersebut juga memiliki pelindung cuaca-iklim (atap), seperti membran atau panel yang diletakkan di atas struktur pendukung sebagai pemikul beban dan sebagai struktur terpadu dengan pelindung cuaca.

SEJARAH STRUKTUR BENTANG LEBAR

- Sebagai konsekuensinya, struktur bentang lebar dapat diklasifikasikan menurut salah satu dari tiga jenis struktur. Namun hal ini menyebabkan tumpang tindih karena masing-masing dari tiga jenis struktur dapat dikombinasikan dengan berbagai kelas dari dua jenis struktur lainnya.
- Sebuah kubah, misalnya, memiliki satu struktur tunggal dengan fungsi beban dan pelindung cuaca dan dapat didukung dengan berbagai cara. Sebuah membran mungkin berdiri sendiri atau ditambatkan pada tiang-tiang sebagai struktur pendukung.

SEJARAH STRUKTUR BENTANG LEBAR

- *Truss*/rangka baja dikembangkan sejak abad ke-19.
- Pada paruh pertama abad ke-20, beton bertulang hadir di dunia sebagai pesaing baja untuk struktur bentang lebar, misalnya untuk menguatkan kubah dan struktur atap (desain oleh Pier Luigi Nervi, Eduardo Torroja dan Felix Candela).
- Selama tahun 1920 dan 1930-an dibuat beton bertulang tipis spt kerang. Kerang mungkin tidak hanya dibentuk dari kubah tetapi juga dari struktur membran tarik silinder dan pratekan.

SEJARAH STRUKTUR BENTANG LEBAR

- Hingga saat ini, ada berbagai struktur baru bentang lebar seperti baja, aluminium, kayu, membran, rangka ruang (dengan 1 hingga 3 lapisan, polyhedra kisi) dan struktur tarik (dikencangkan) (Karni, 2000).
- Aspek lain dari kategorisasi adalah cara beban vertikal diteruskan ke tanah:
 - ✓ langsung oleh struktur, seperti halnya dengan beberapa kubah,
 - ✓ dengan dukungan khusus (struktur pendukung): tiang, tiang-tiang atau kolom.

SEJARAH STRUKTUR BENTANG LEBAR

Perkembangan konstruksi dalam 50 tahun terakhir membawa peningkatan dalam bentang (dan tinggi) serta sejumlah besar bentuk arsitektur dan struktur baru untuk melingkupi ruang seperti : *shell* (kerang), *dome* (kubah), *truss* (rangka), grid ruang (*skeleton*) dan membran (Chilton, 2000).

Sejumlah besar kubah telah dikembangkan seperti kubah Schwedler, Kievitt, jaringan, geodesi, dan lamella terlipat.

KLASIFIKASI STRUKTUR BENTANG LEBAR

Satu cara klasifikasi struktur bentang lebar & kompleks :

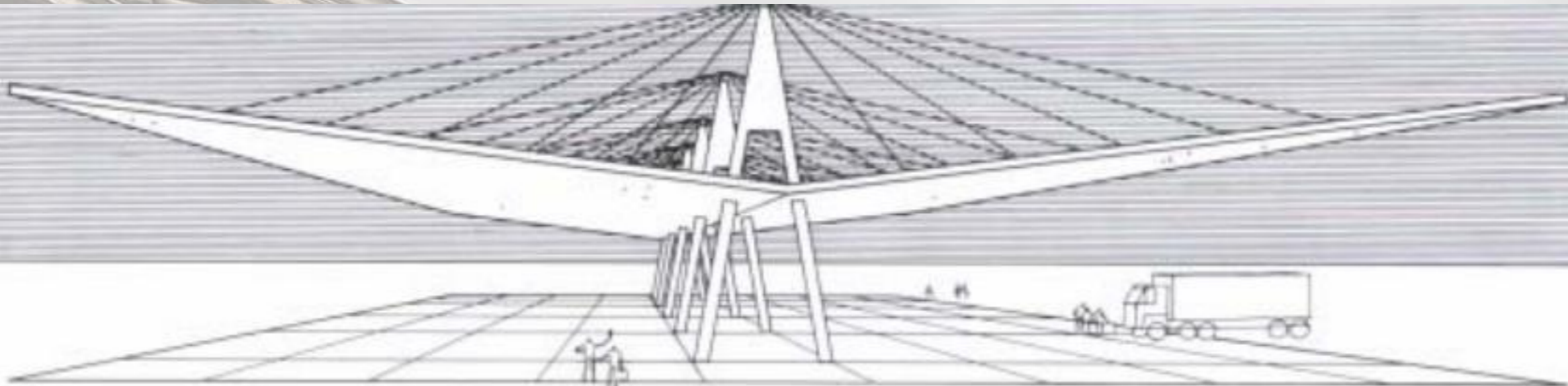
1. Sistem Bentuk Aktif (*Form active systems*)
2. Sistem Vektor Aktif (*Vector active systems*)
3. Sistem Bagian Aktif (*Section active systems*)
4. Sistem Permukaan Aktif (*Surface active systems*)

SISTEM STRUKTUR BENTUK AKTIF

Adalah sistem struktur yang fleksibel, tidak kaku, yang penjabaran gayanya dilakukan oleh rancangan bentuk khusus dan karakteristik stabilisasi bentuk.

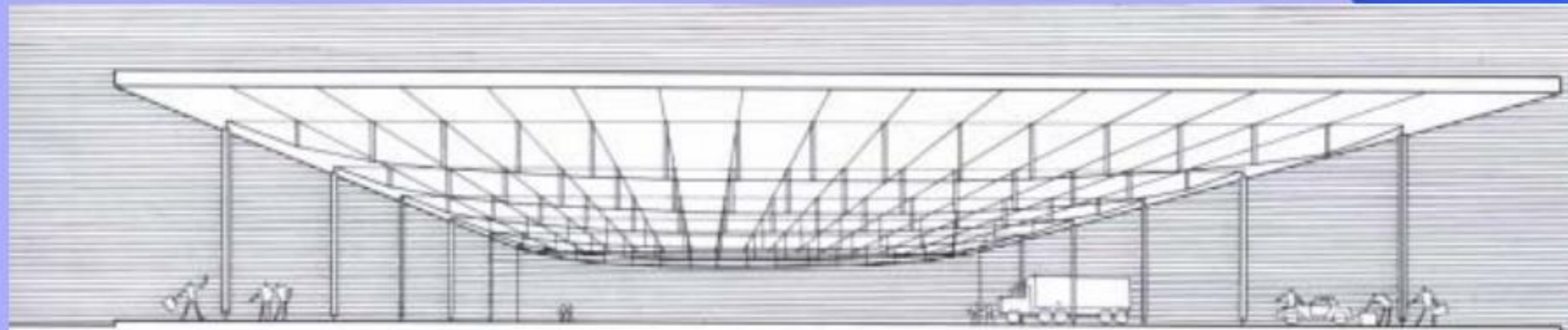
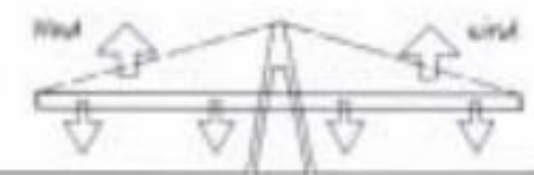
Contoh strukturnya :

1. Struktur Kabel (*Cable structures*)
2. Struktur Tenda (*Tent structures*)
3. Struktur Pneumatik (*Pneumatic structures*)
4. Struktur Pelengkung (*Arch structures*)



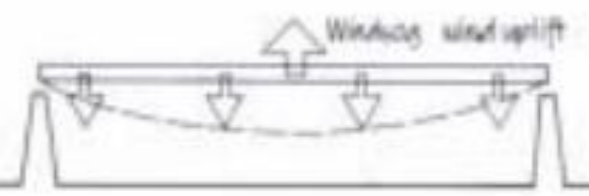
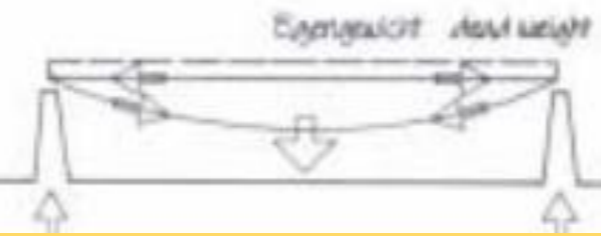
Direktaufhängung von Mittelpylone direct suspension from central pylon

Trag- und Stabilisierungsmechanismus
suspension and stabilization mechanism



Dach auf Tragsell gestützt roof stituted upon suspension cable

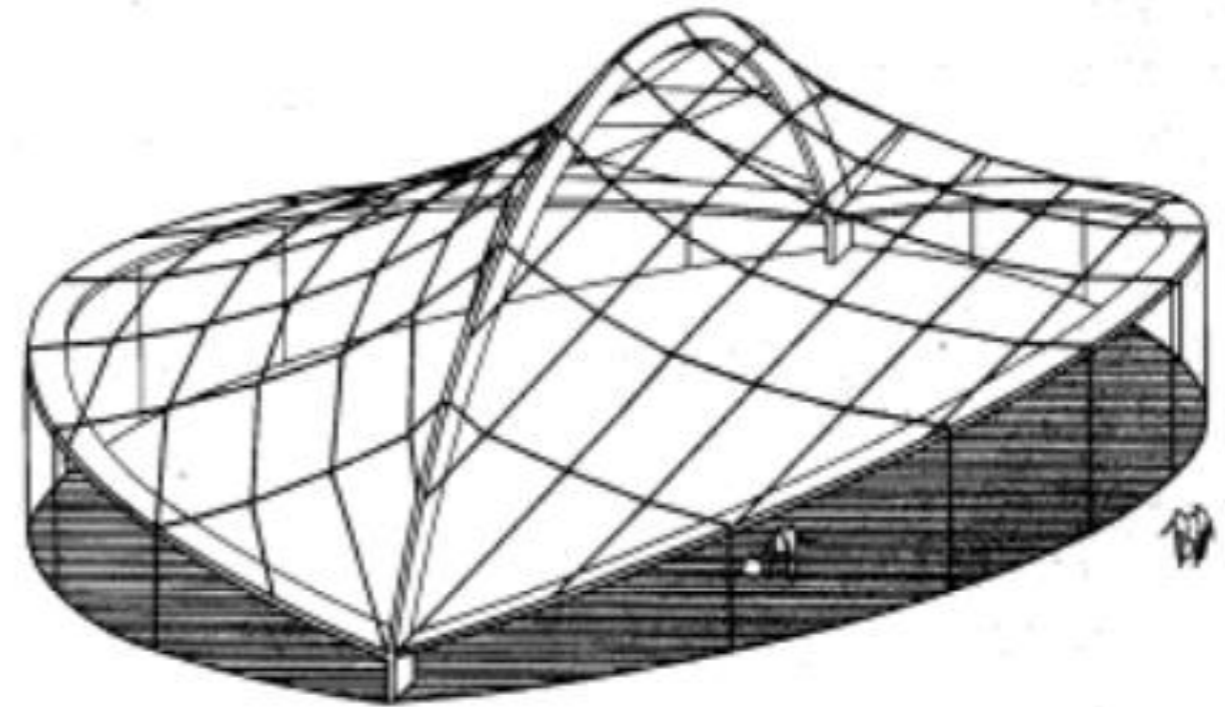
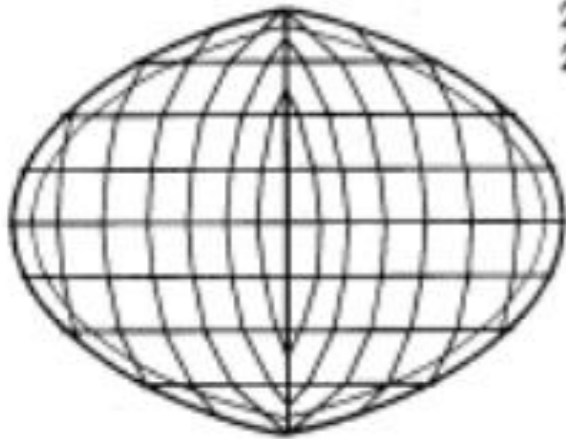
Trag- und Stabilisierungsmechanismus
suspension and stabilization mechanism



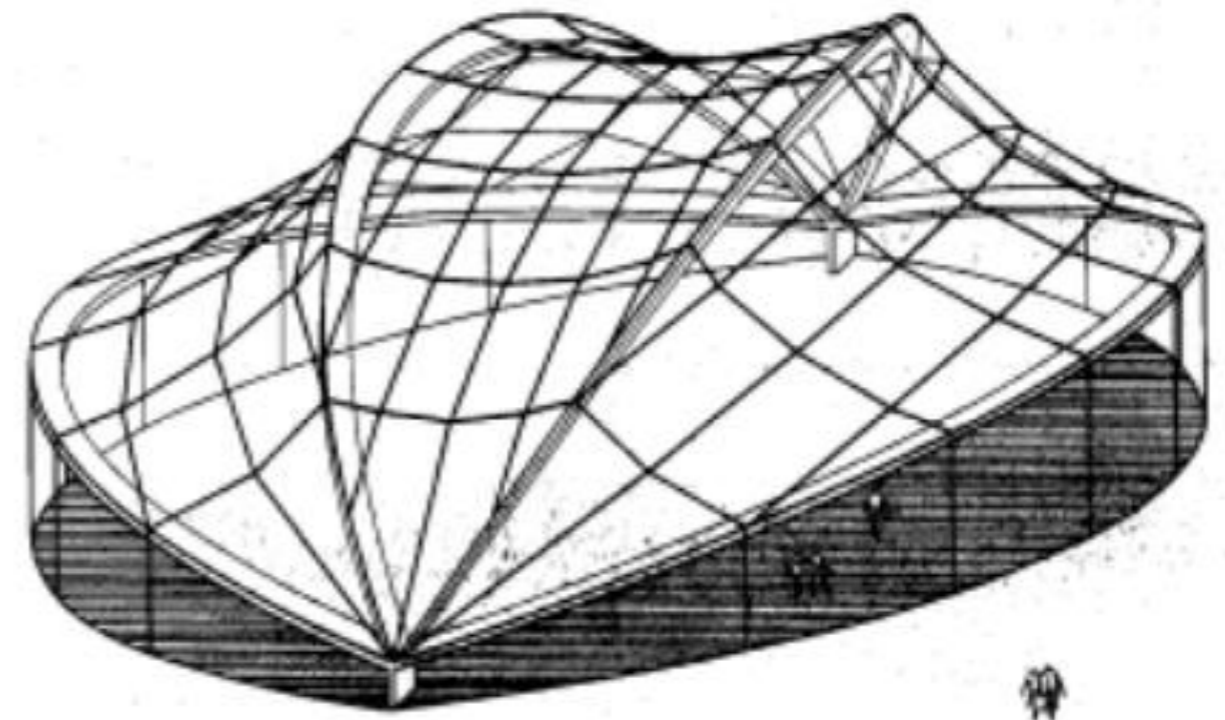
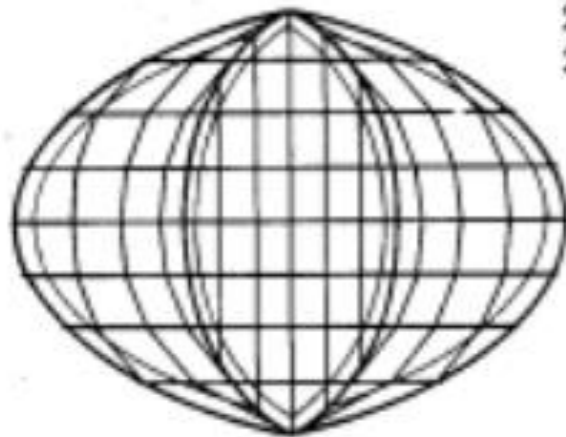
CONTOH STRUKTUR KABEL PARAREL



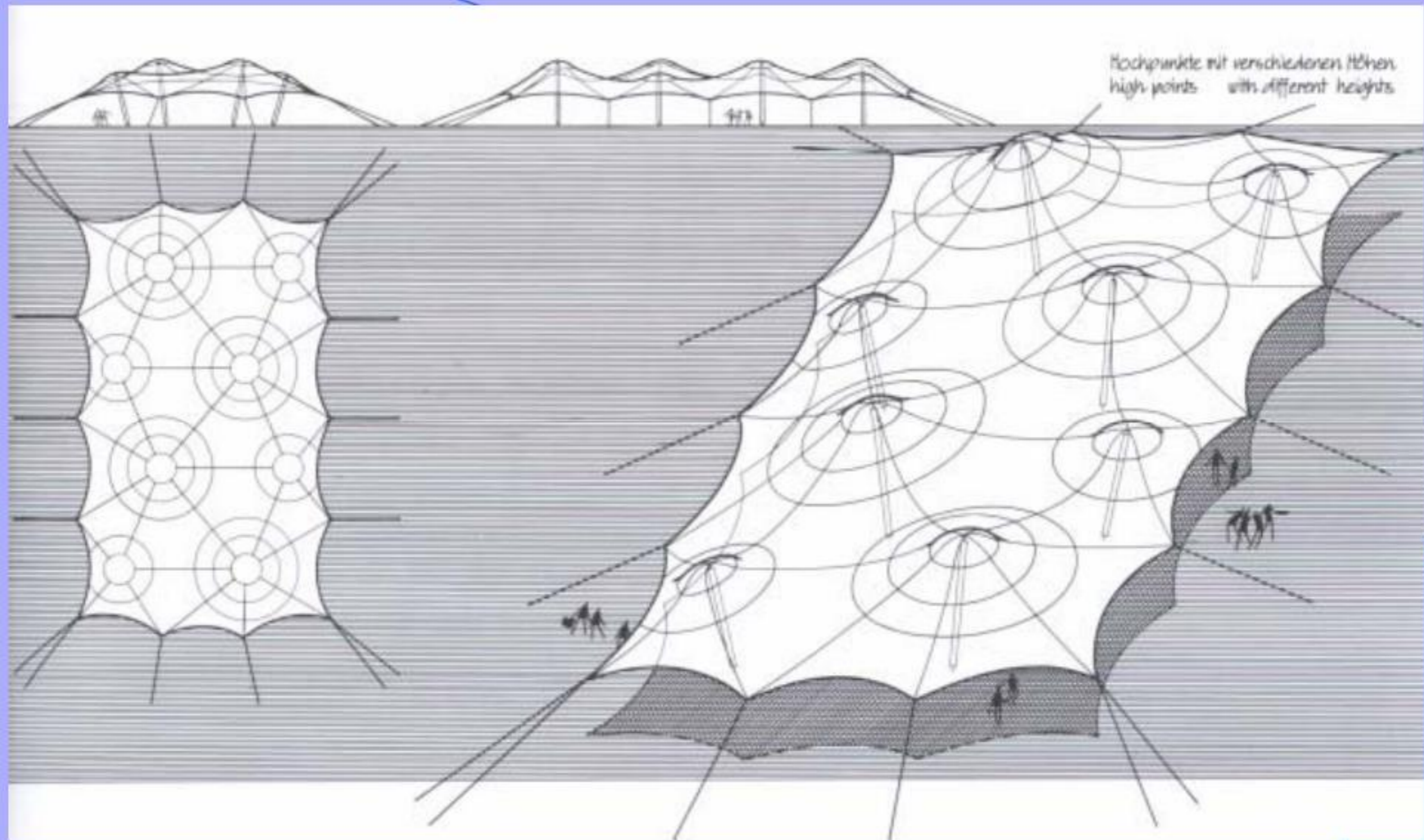
2 Randbögen mit einem Mittelbogen
2 boundary arches with one central arch



2 Randbögen mit 2 Zwischenbögen
2 boundary arches with 2 intermediate arches

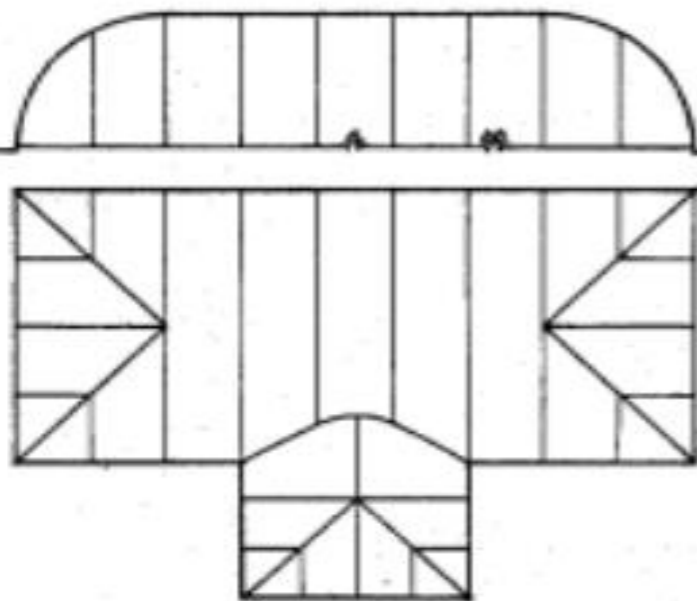


**CONTOH STRUKTUR KABEL
YANG DIBENTUK OLEH PELENGKUNG (ARCH)**

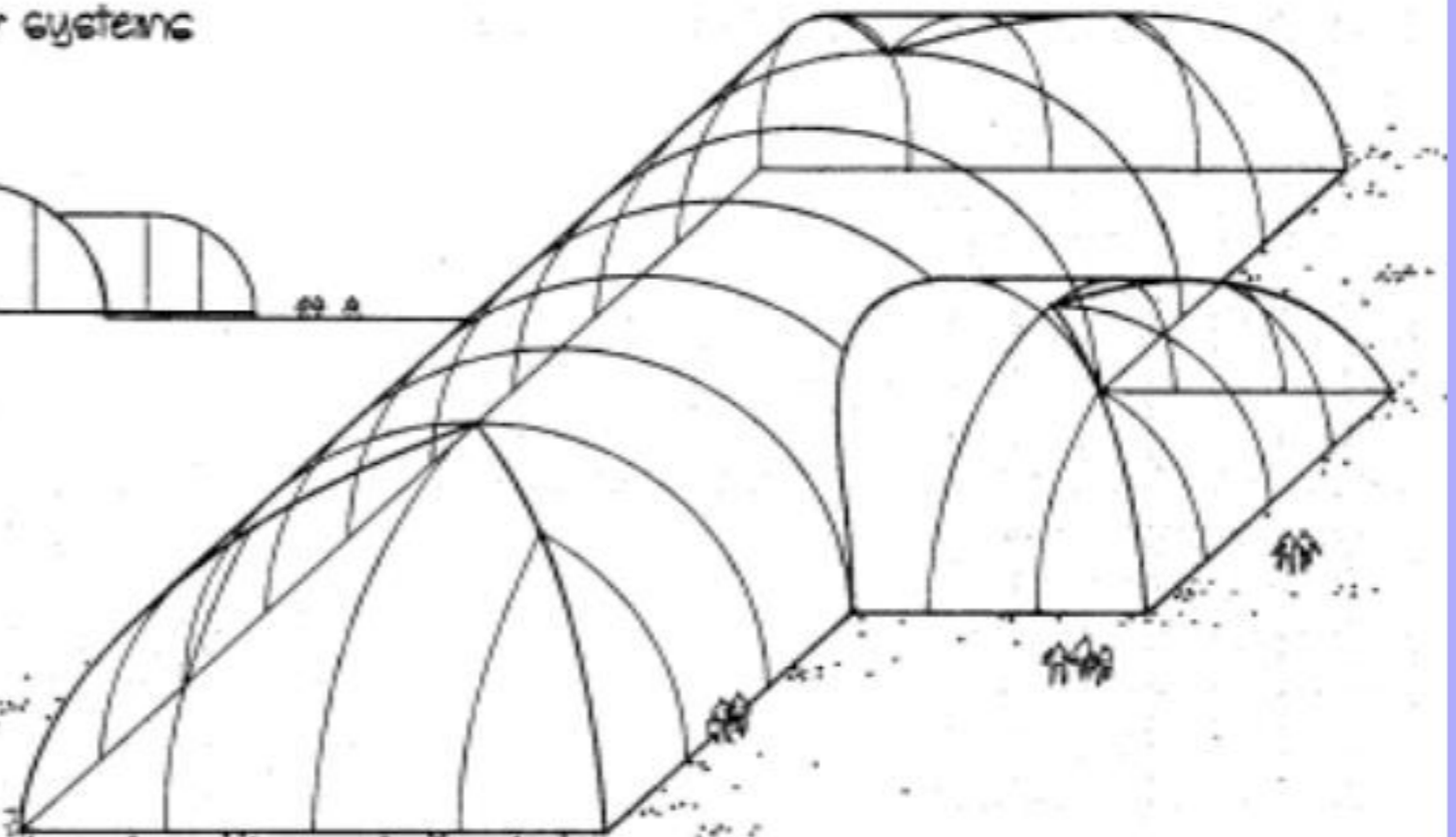


CONTOH STRUKTUR TENDA

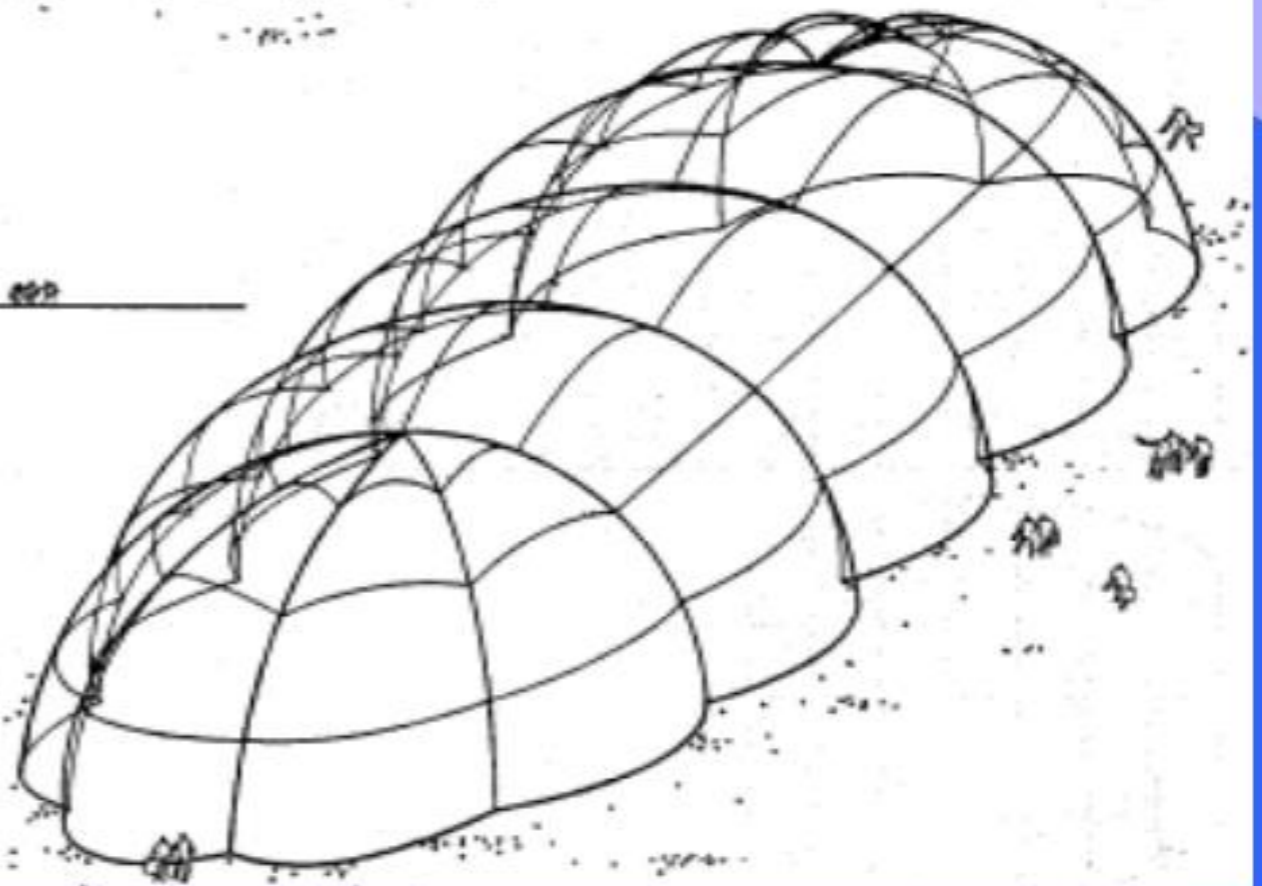
Lufthallen-Systeme / Air controlled indoor systems



Zylindrische Membranen als primäre Tragelemente
Cylindrical membranes as primary structural elements



Torusmembranen zwischen gereinigten Seilabspannungen
Torus membranes between load cables in row formation



CONTOH STRUKTUR PNEUMATIK

SISTEM STRUKTUR VEKTOR AKTIF

Adalah sistem struktur dari batang-batang pendek, padat dan lurus, yang pengalihan gayanya dipengaruhi oleh pemisahan vektor, yaitu dengan pemilahan banyak arah dari gaya tunggal hanya untuk elemen-elemen tegangan atau penekan

Contoh struktur :

- Rangka Rata (*Flat trusses*)
- Rangka Lengkung (*Curved trusses*)
- Rangka Ruang (*Space trusses*)

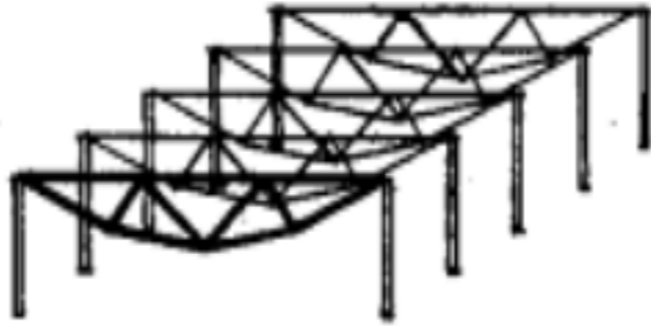
SISTEM RANGKA DATAR



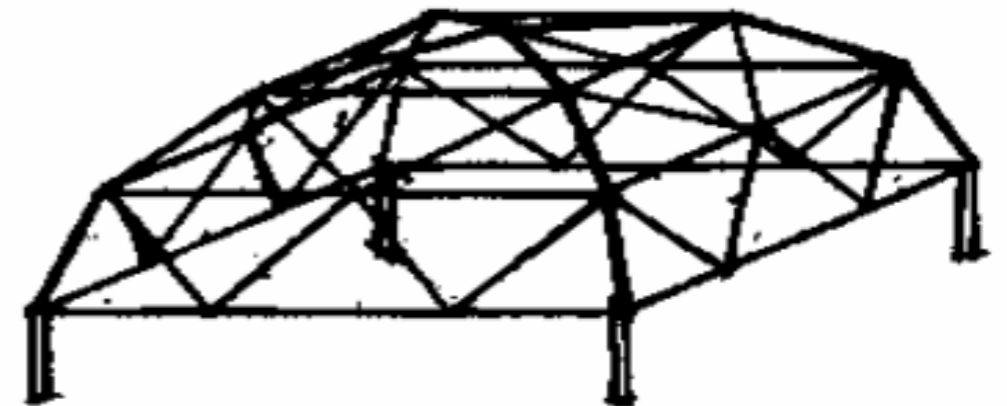
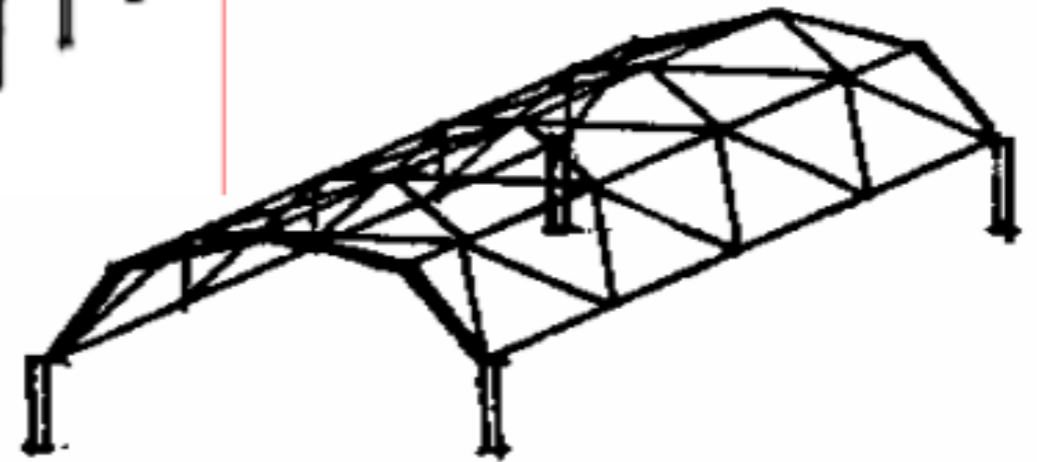
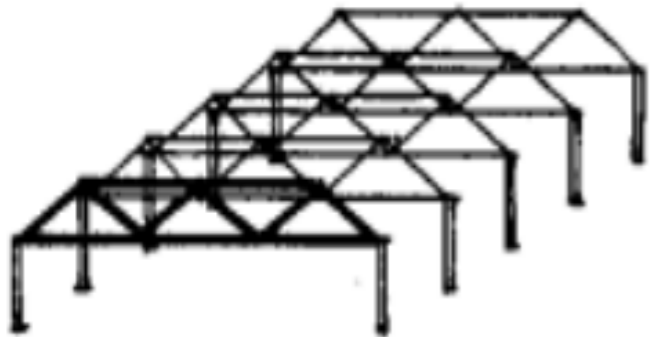
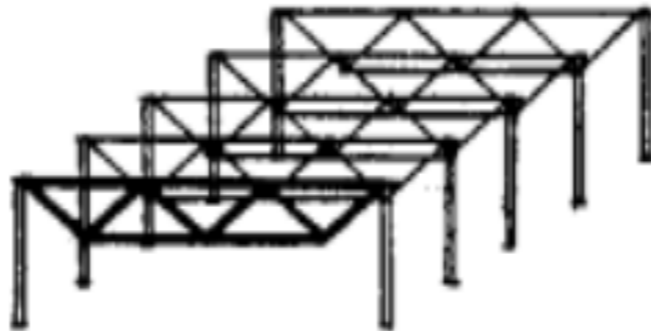
1



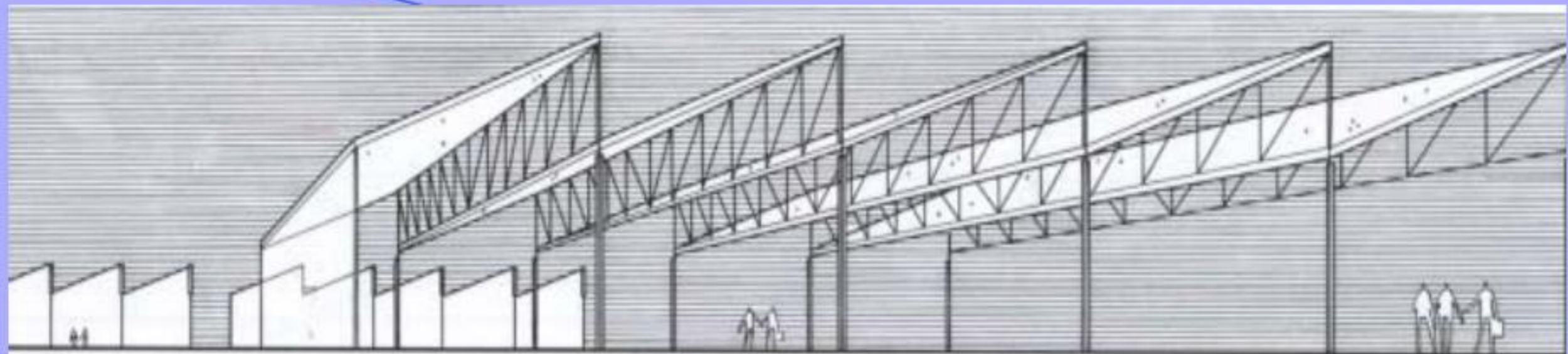
2



3

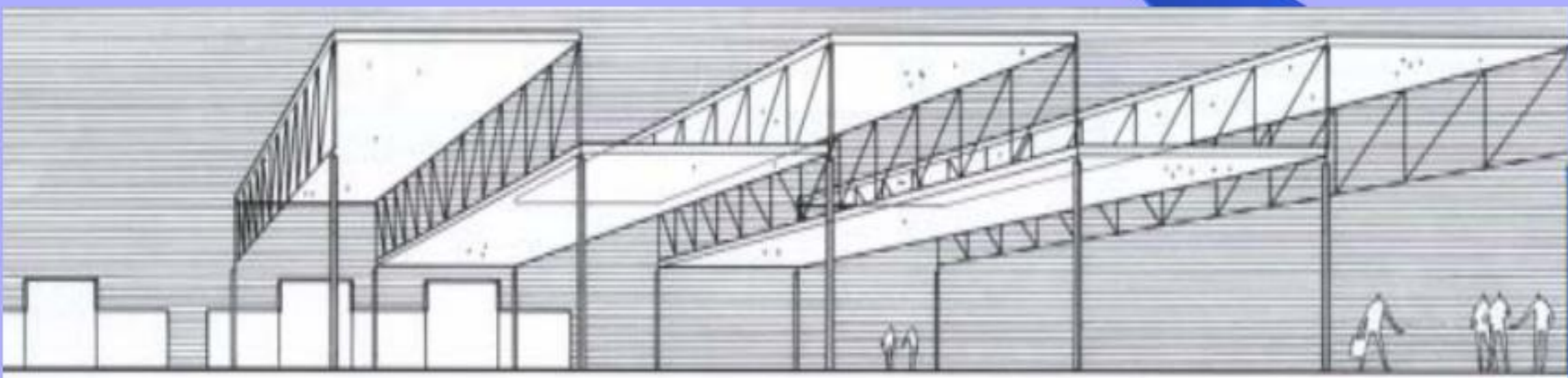


SISTEM RANGKA MELENGKUNG



flächen beidseitig unterstützt

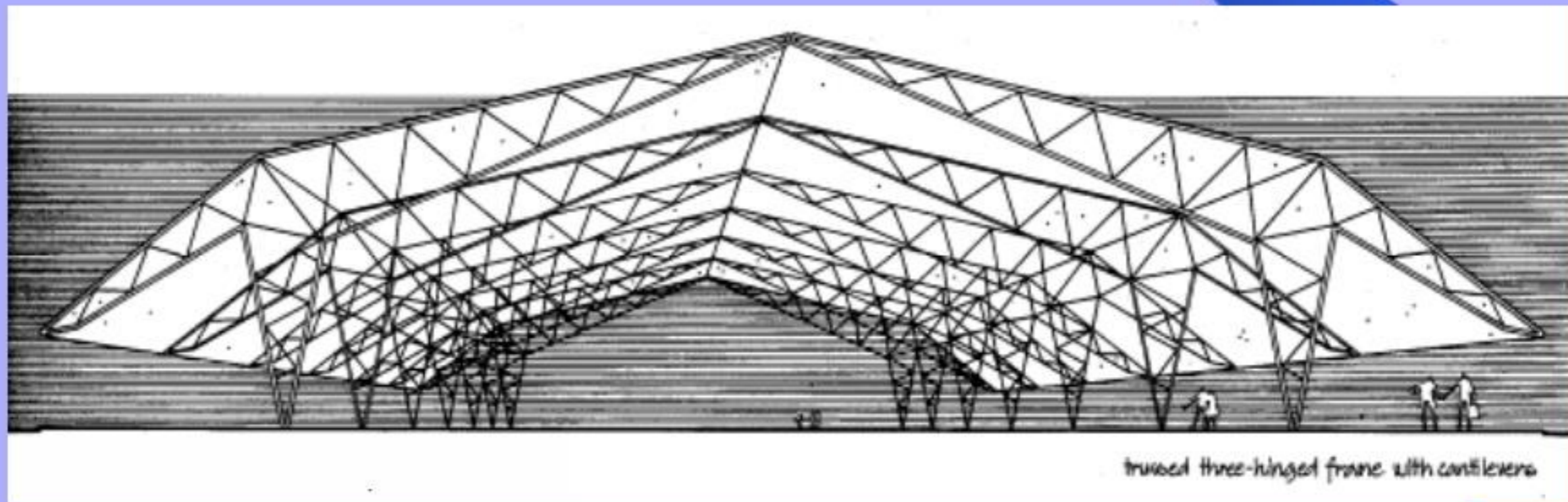
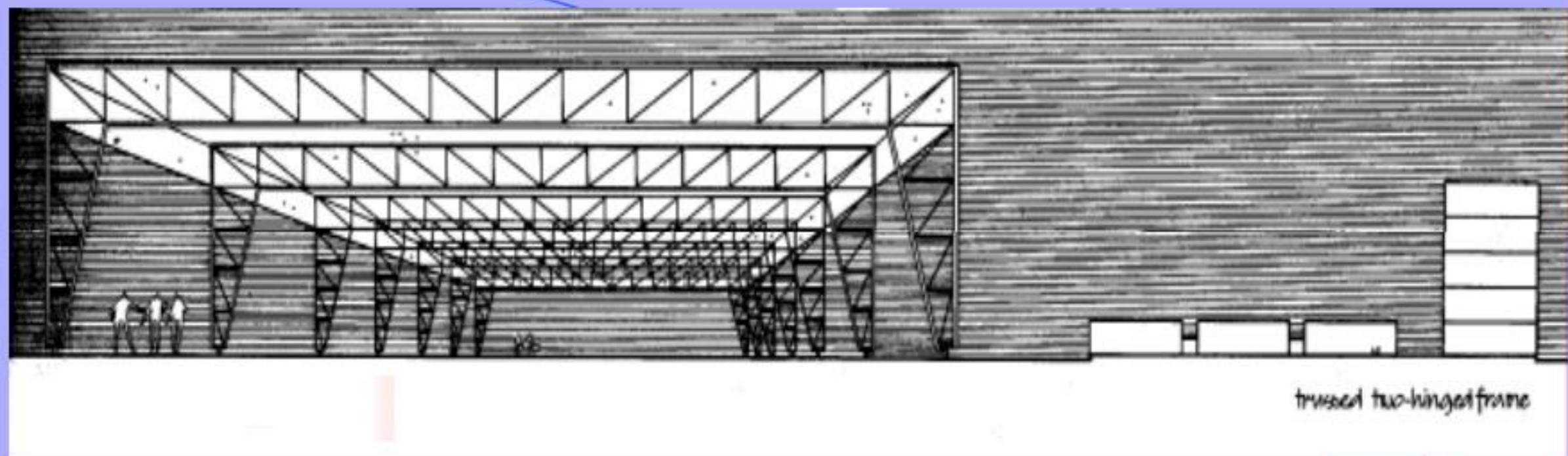
Inclined roof planes with both ends supported



Horizontale Dachflächen beidseitig unterstützt

alternating horizontal roof planes with both ends supported

CONTOH STRUKTUR RANGKA DATAR



CONTOH STRUKTUR RANGKA SENDI

SISTEM STRUKTUR BAGIAN AKTIF

Adalah sistem struktur dari elemen yang kaku, padat dan lurus yang pengalihan gayanya dipengaruhi oleh mobilisasi gaya per bagian

Contoh struktur :

1. Struktur Balok (*Beam structures*)
2. Struktur Rangka (*Frame structures*)
3. Struktur Plat (*Slab structures*)



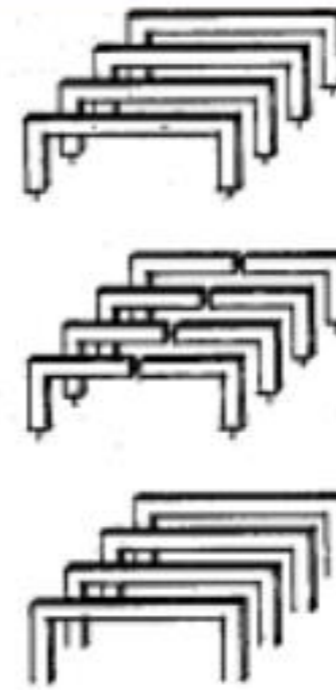
1



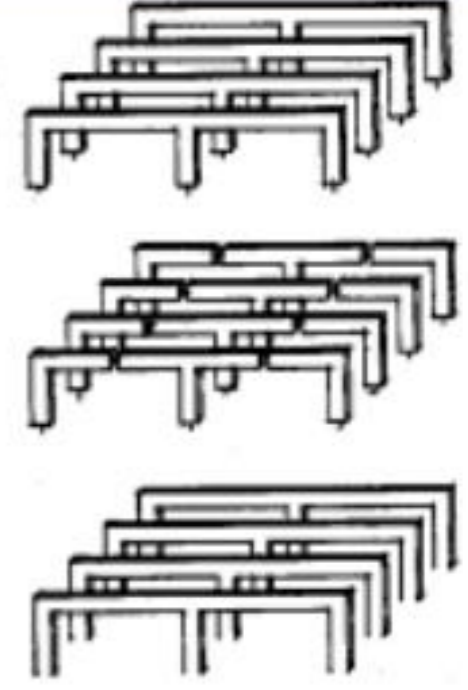
2

3

BALOK 1 & 2 BAY



1



2

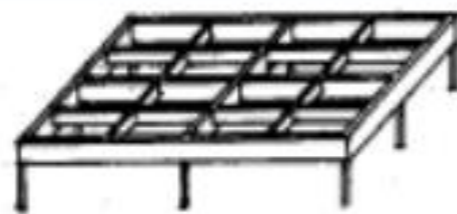
3

KERANGKA 1 & 2 BAY

SISTEM GRID-BALOK



1



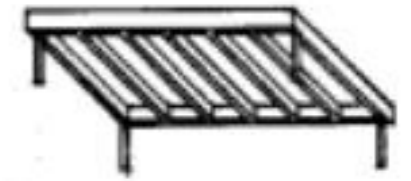
2

3

STRUKTUR LEMPENG (SLAB)



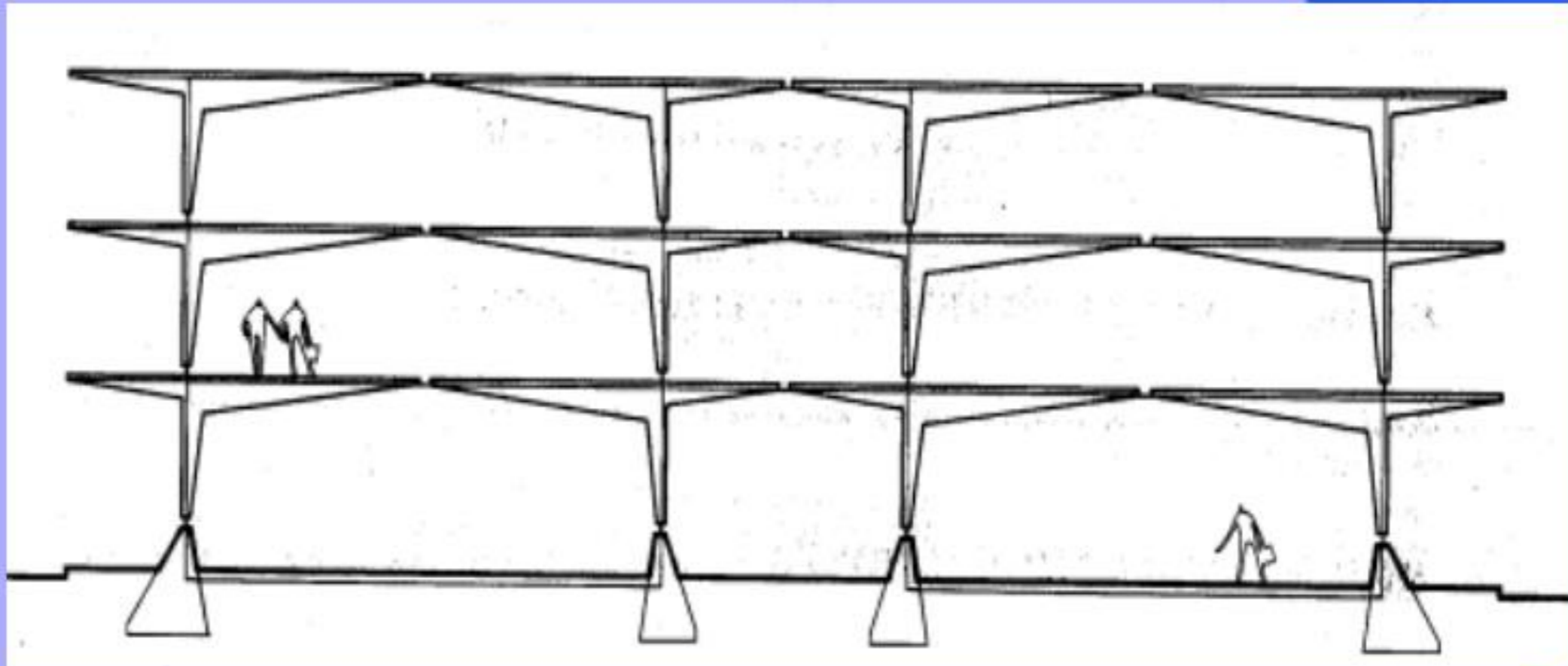
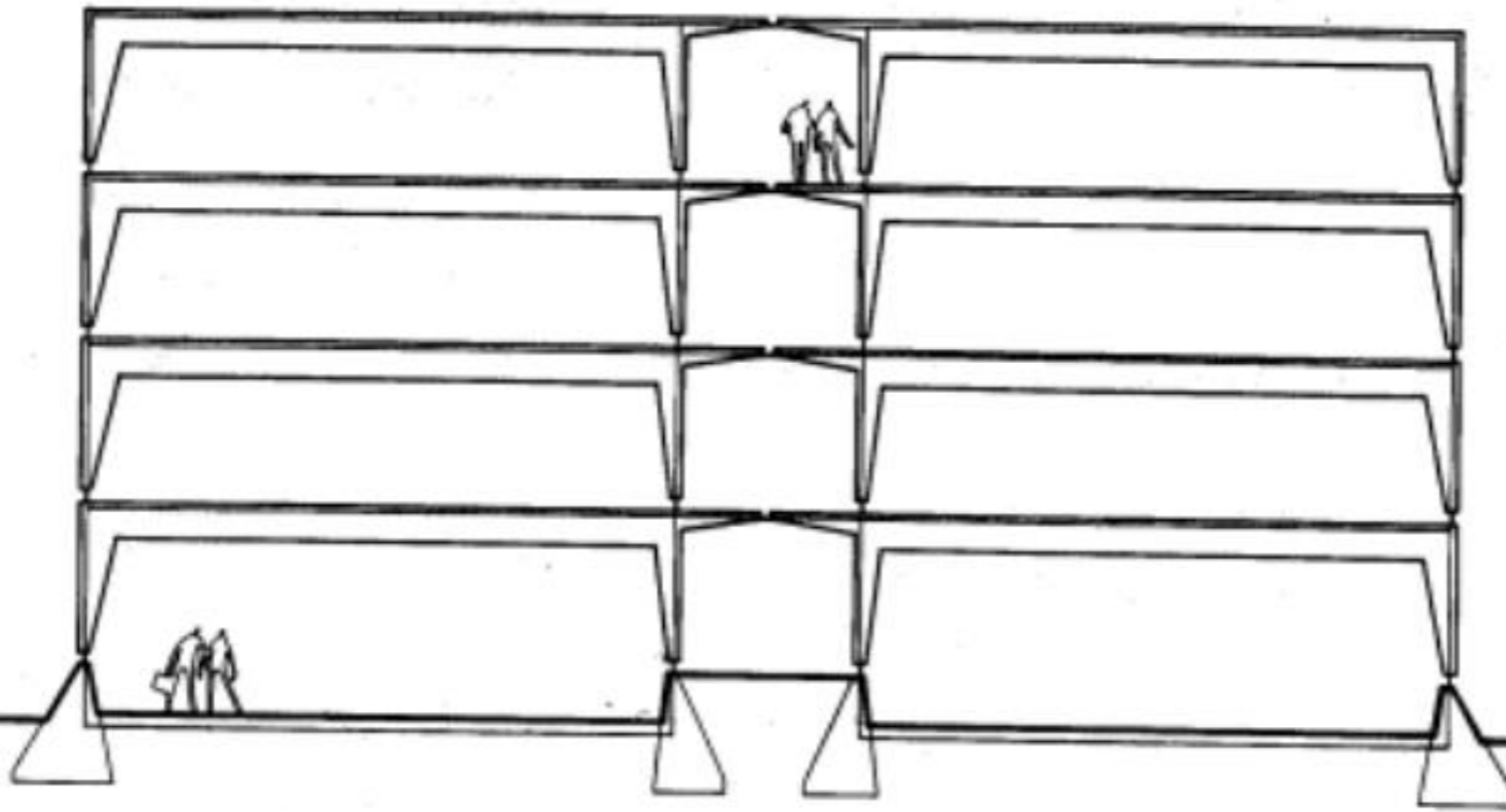
1

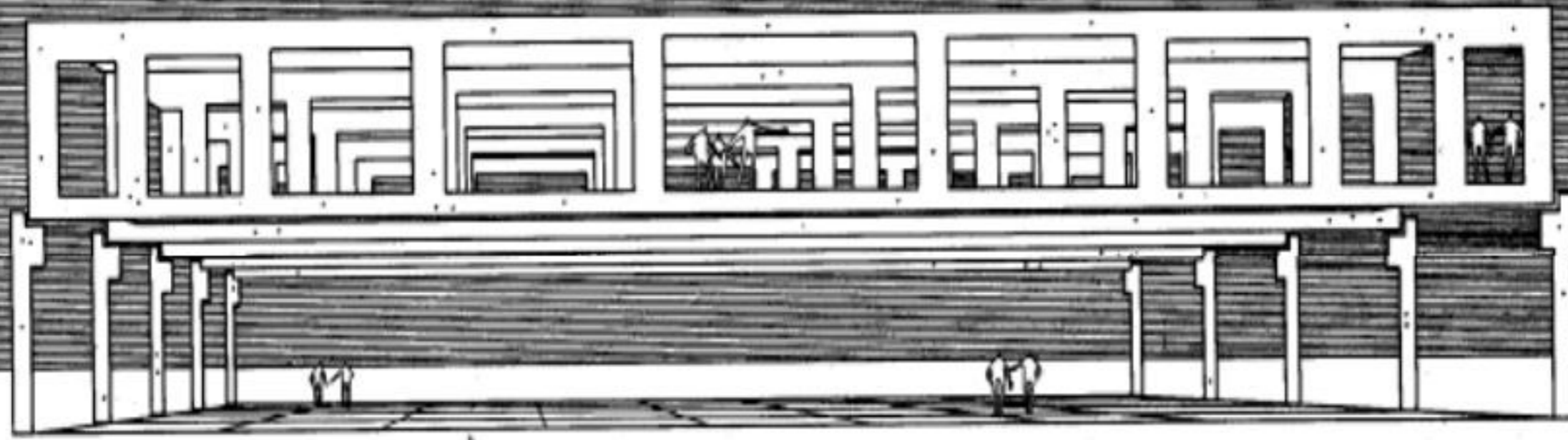


2

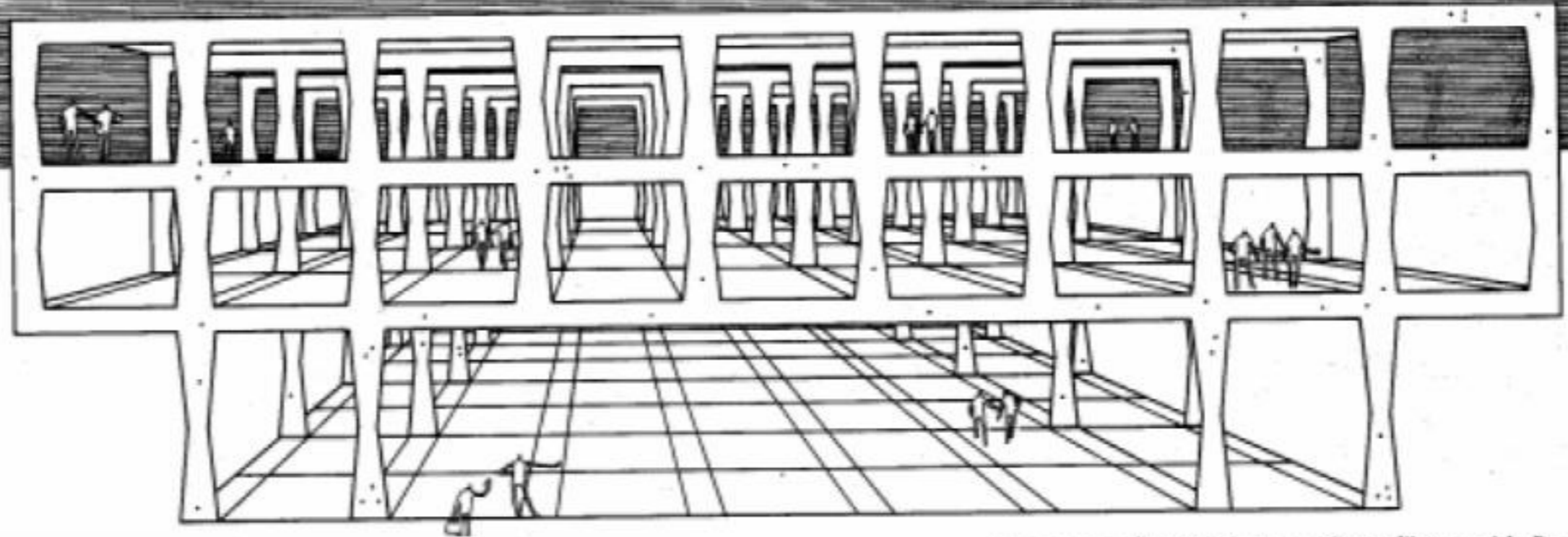
3

**STRUKTUR
BINGKAI
BERSENDI
(HINGED FRAME
STRUCTURE)**





single-story multi-panel frame supported at both ends



two-story multi-panel frame with cantilevers at both ends

CONTOH STRUKTUR BINGKAI PANEL JAMAK (MULTI-PANEL FRAME STRUCTURES)

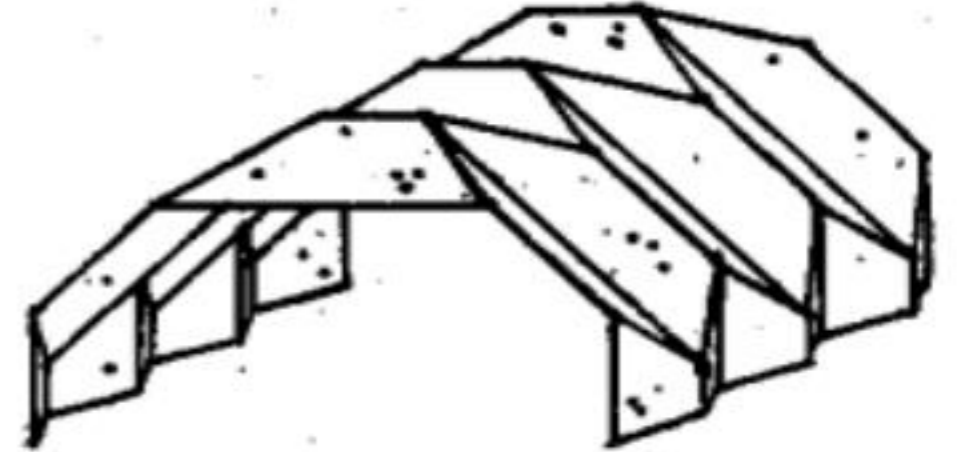
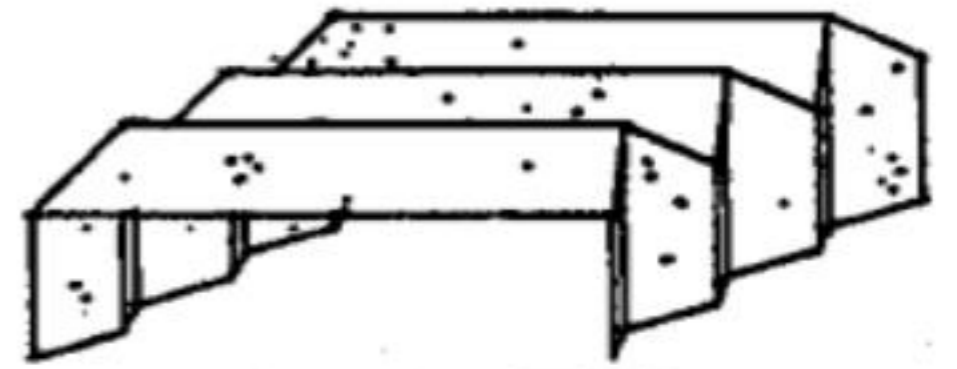
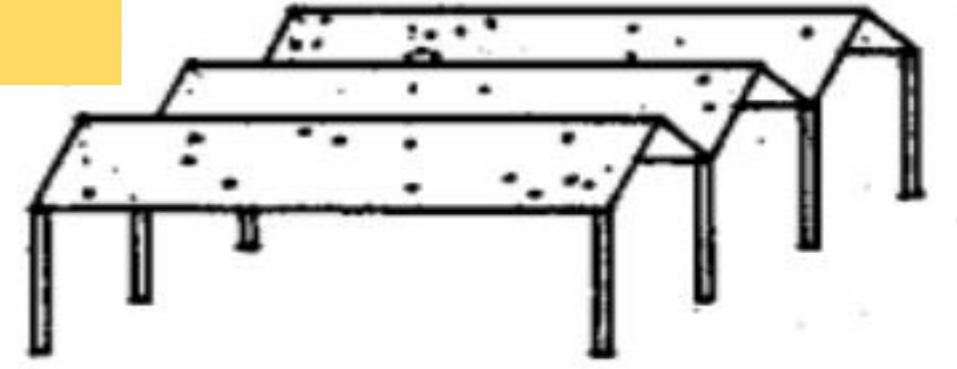
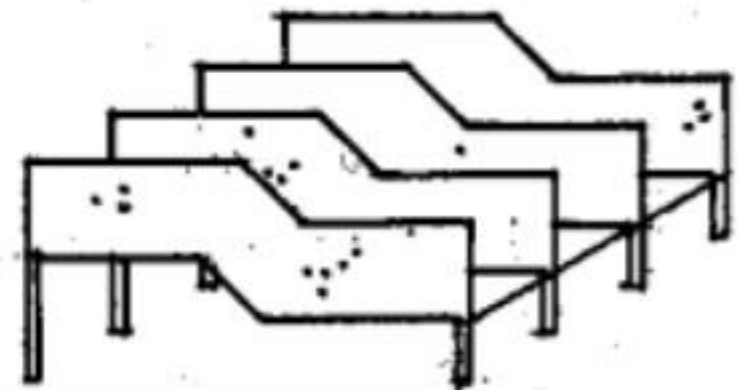
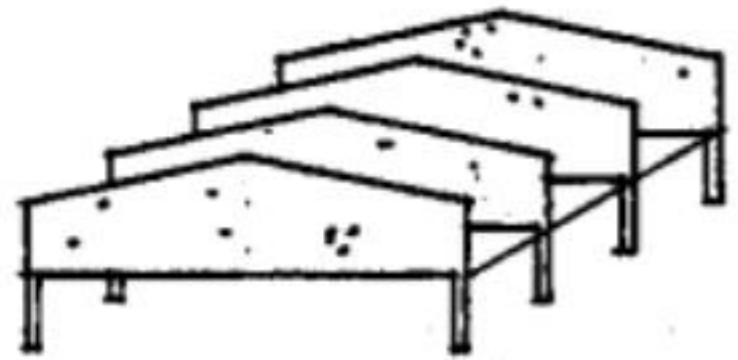
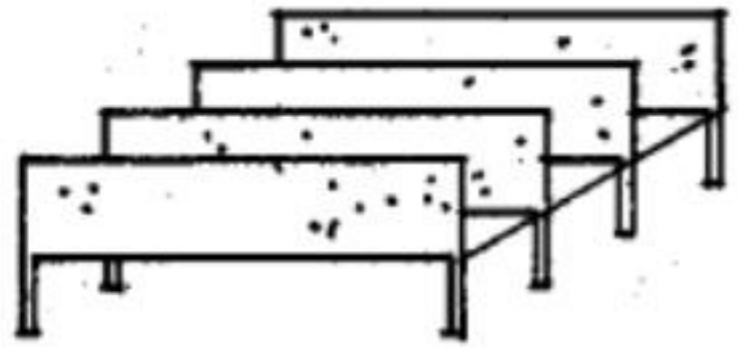
SISTEM STRUKTUR PERMUKAAN AKTIF

Adalah sistem bidang fleksibel atau kaku yang mampu menahan tegangan, tekanan atau geseran, yang pengalihan gayanya dipengaruhi oleh pengerahan gaya per bagian.

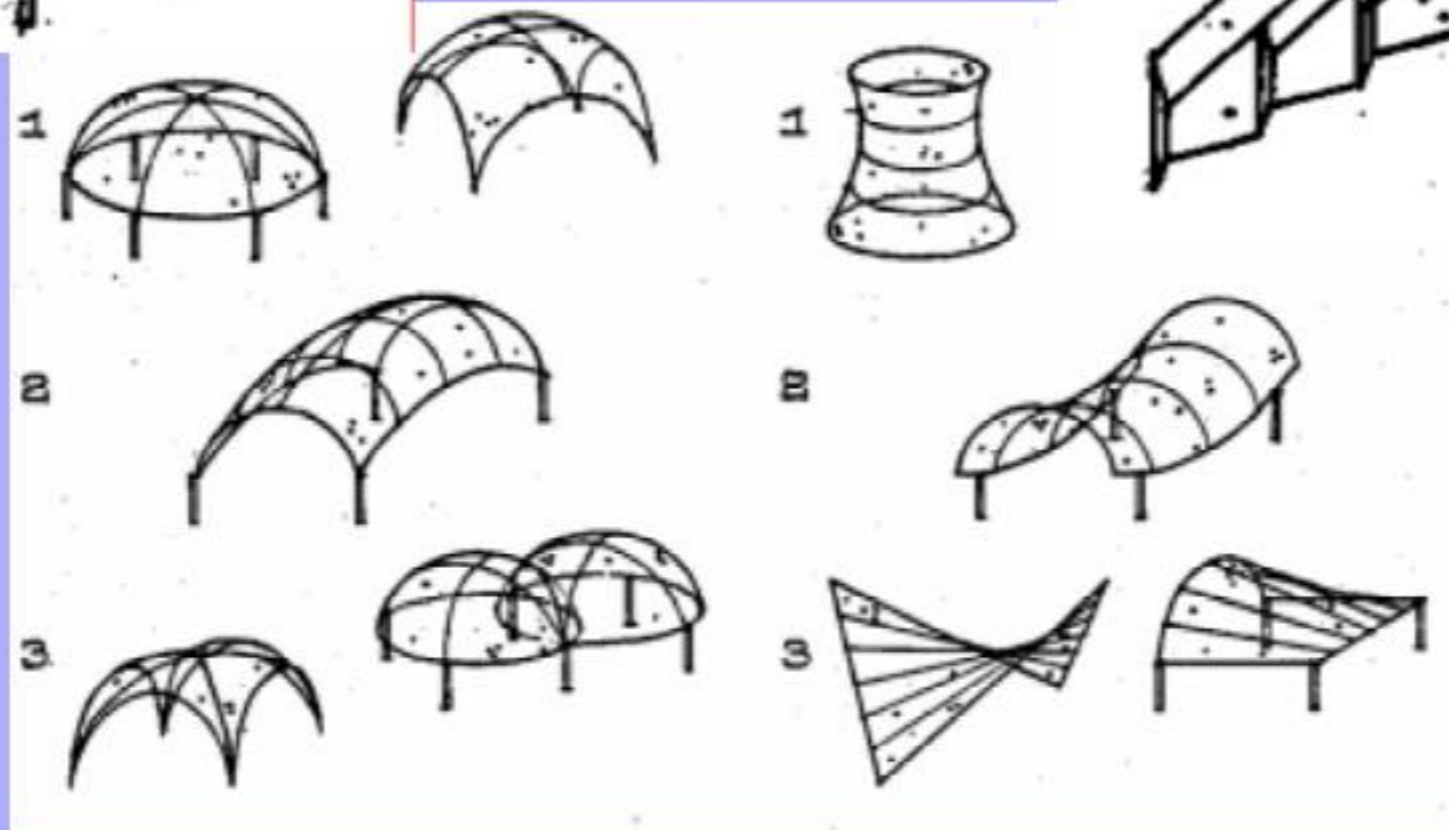
Contoh struktur :

1. Struktur Plat (*Plate structures*)
2. Struktur Lipat (*Folded structures*)
3. Struktur Cangkang (*Shell structures*)

PLAT LIPAT

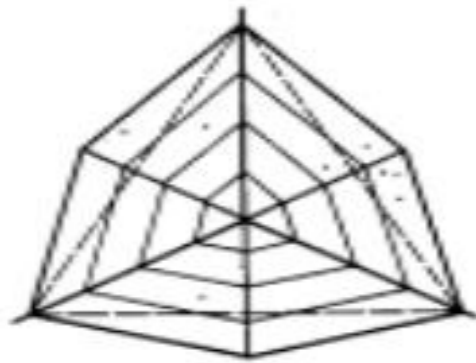


STRUKTUR MULTI-BAY

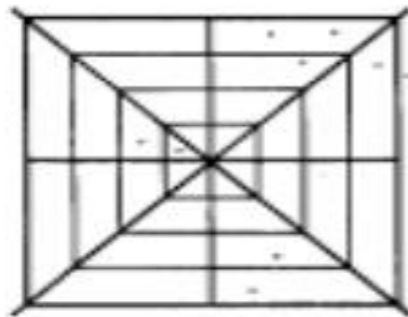
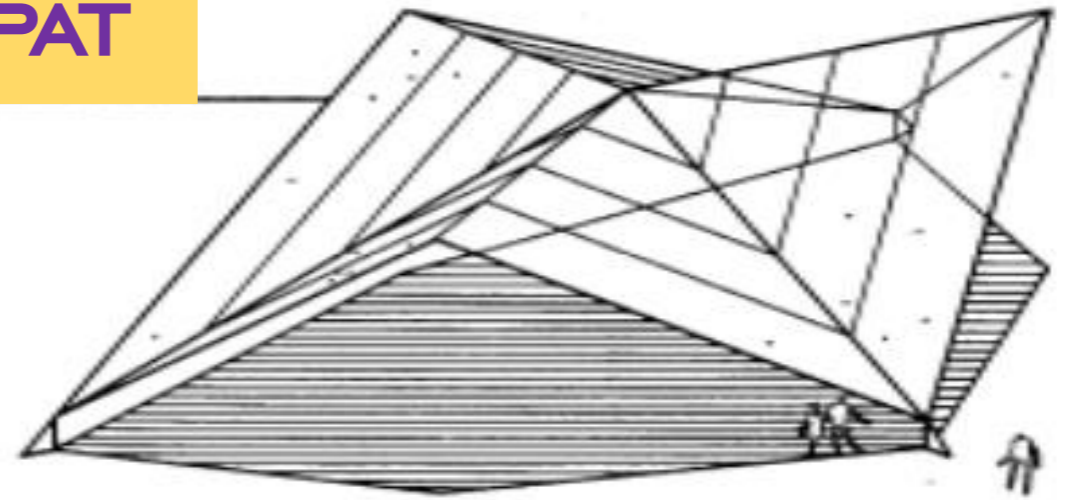


STRUKTUR CANGKANG

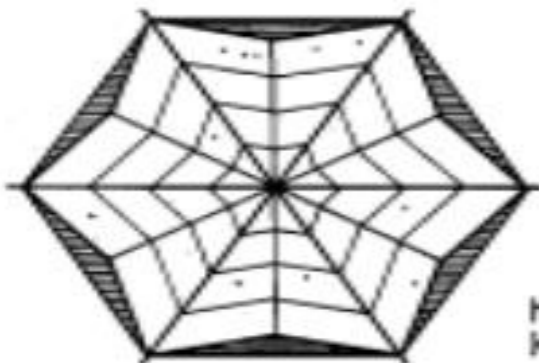
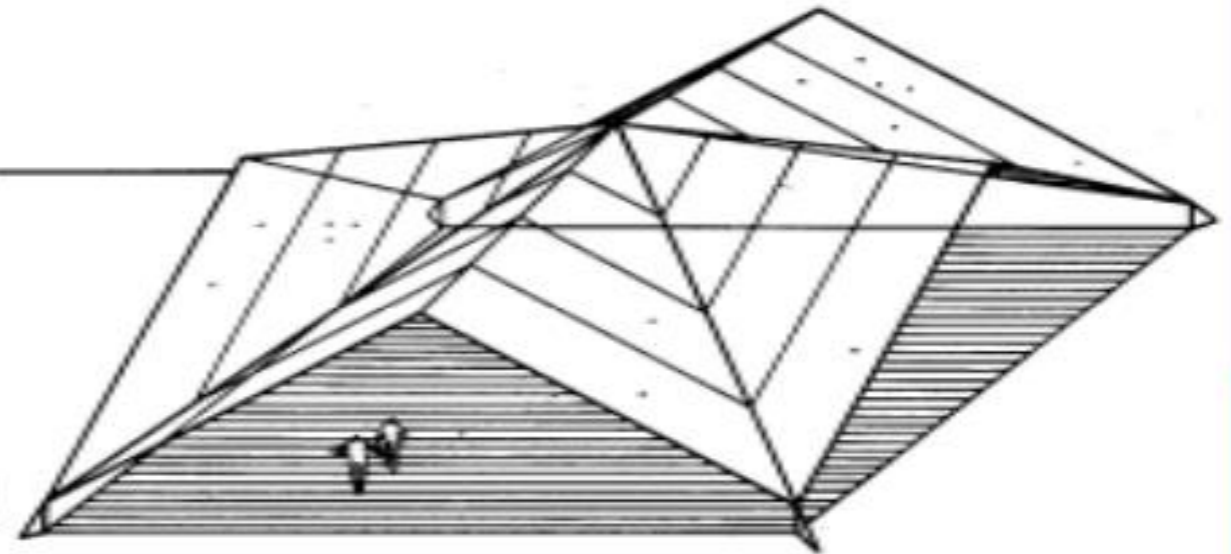
VARIASI BENTUK STRUKTUR LIPAT



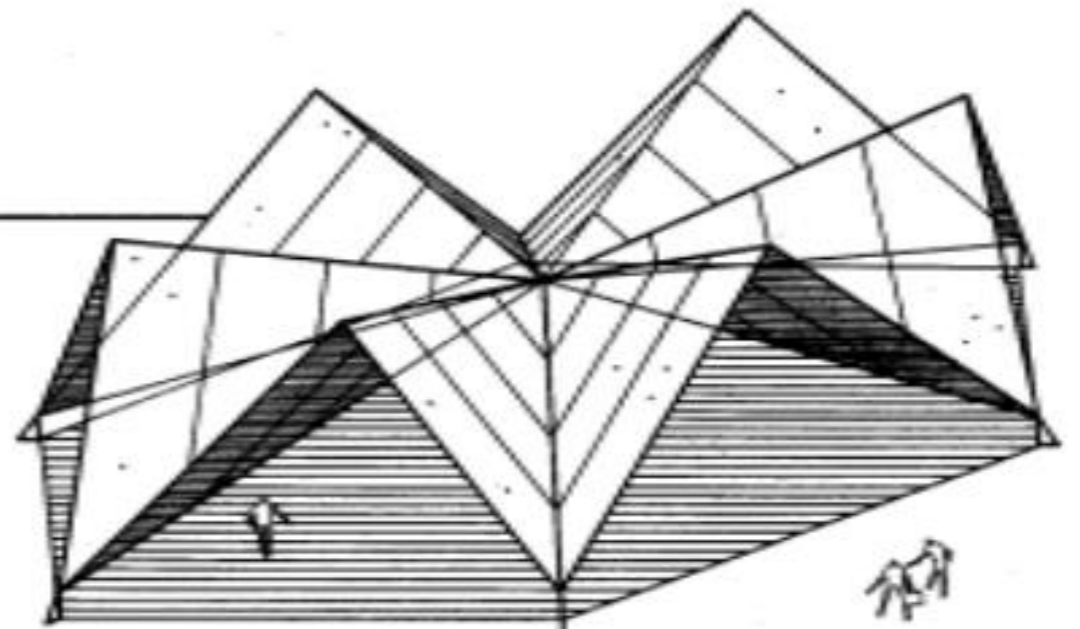
Dreieckiger Grundriß, wagrechte Firstlinien
triangular floor plan, horizontal ridges



Quadratischer Grundriß, fallende Firstlinien
square floor plan, ridges rising toward center



Hexagonaler Grundriß, steigende Firstlinien
hexagonal floor plan, ridges sloping to center



CONTOH-CONROH STRUKTUR CANGKANG

