



Be Strong!

STRUKTUR BANGUNAN 6

TRUSSES STRUCTURE

Dosen Pengampu: Tri Seprianto, S.Ars., M.Ars.

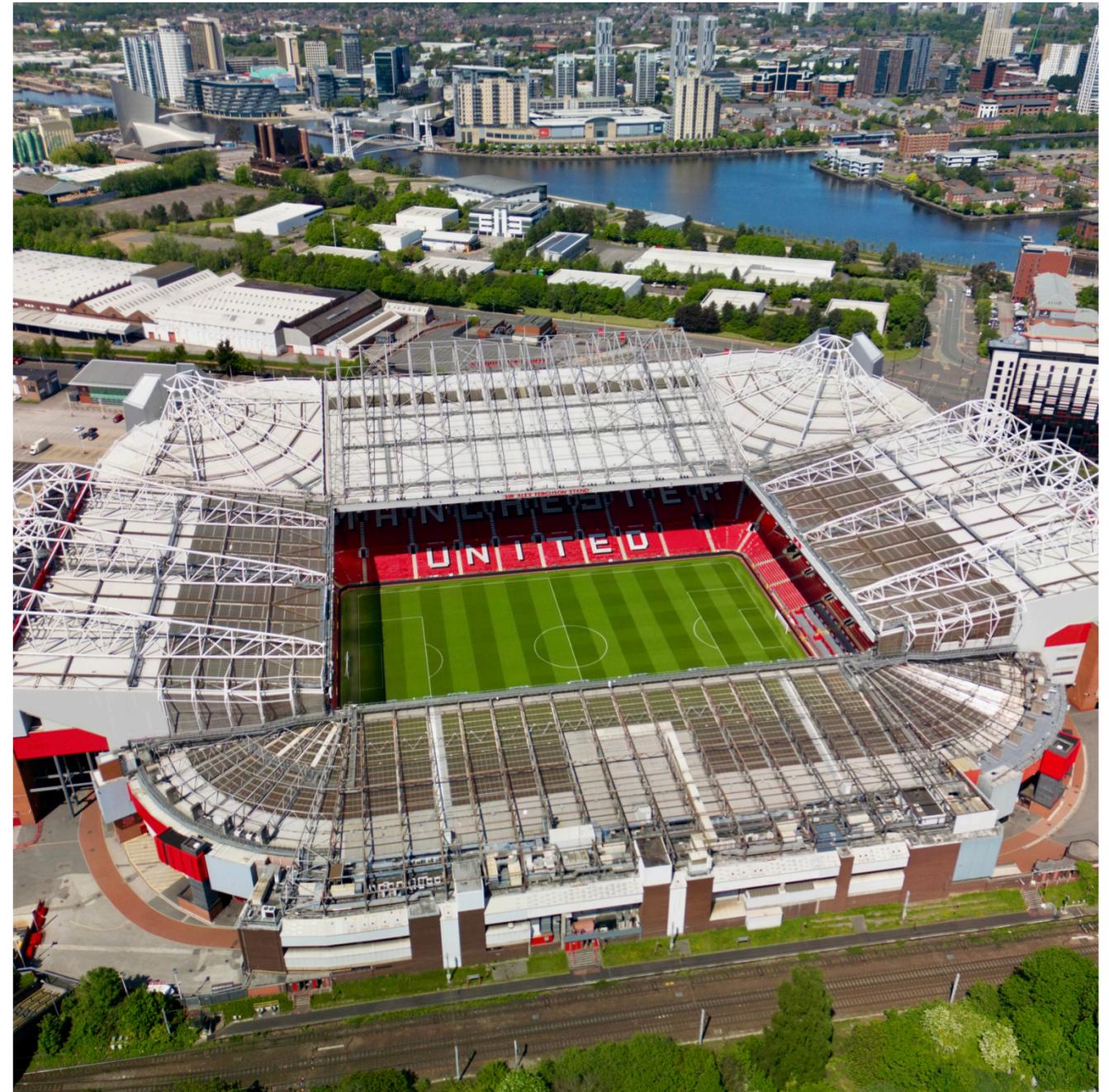
Start Slide



Be Strong!

Outline

- Definition of Long Span Structure
- Loading Principle
- Type of Long Span Structure
- Difference: One-Way & Two-Way System
- Long-Span Trusses System
- Case Study

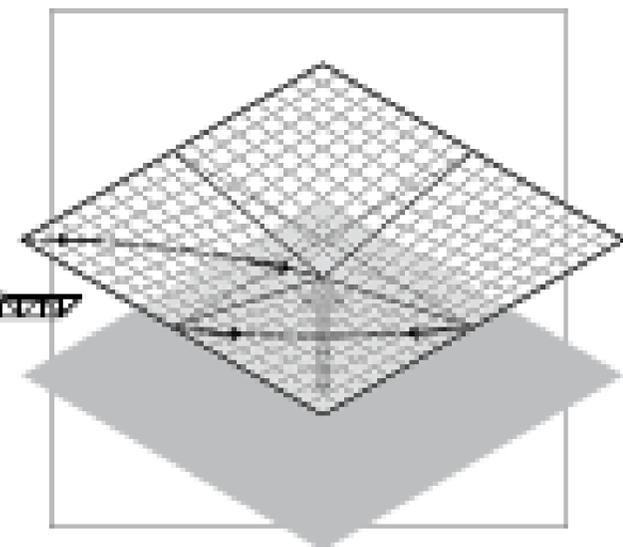
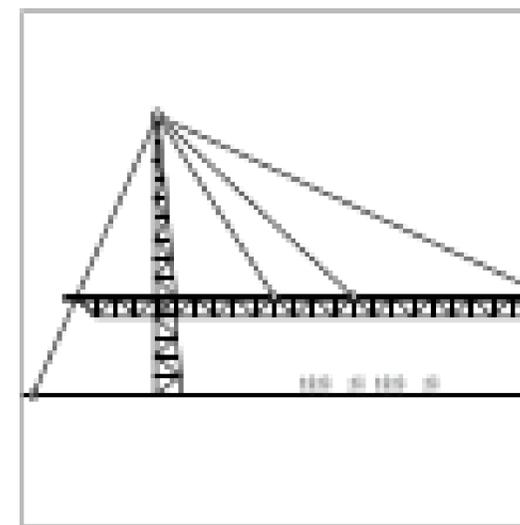
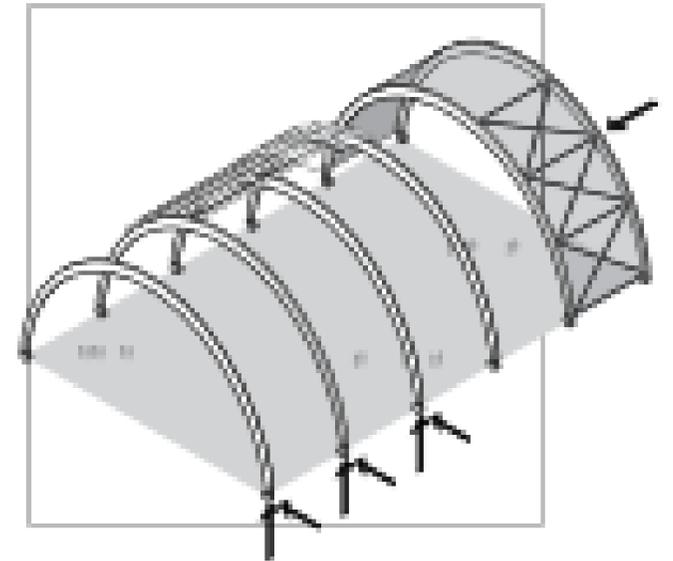
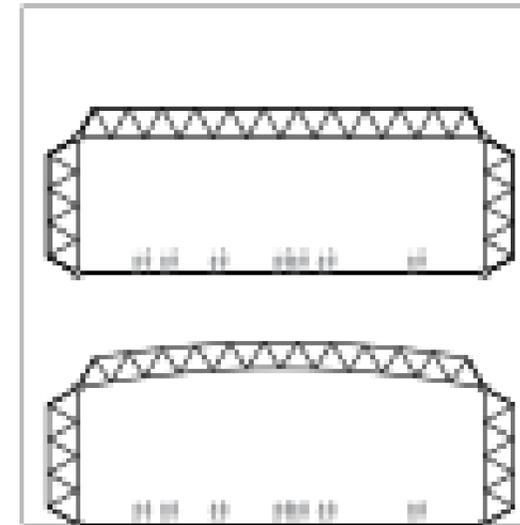




Be Strong!

Definisi Long Span Structure

- **Sistem konstruksi** yang dirancang untuk menciptakan **ruang tanpa kolom** atau tiang penyangga di bagian **tengahnya**. Struktur ini memungkinkan bentang yang lebih luas, sehingga memberikan fleksibilitas dalam desain interior dan penggunaan ruang.
- **Long span structure** biasanya **digunakan** untuk **bangunan** seperti **hanggar pesawat, stadion, dan pusat pameran**, di mana ruang terbuka yang luas dibutuhkan. Keunggulan dari sistem ini adalah efisiensi dalam penggunaan material dan waktu konstruksi, serta kemampuan untuk **menciptakan** lingkungan yang lebih **fungsional** dan **estetis**.





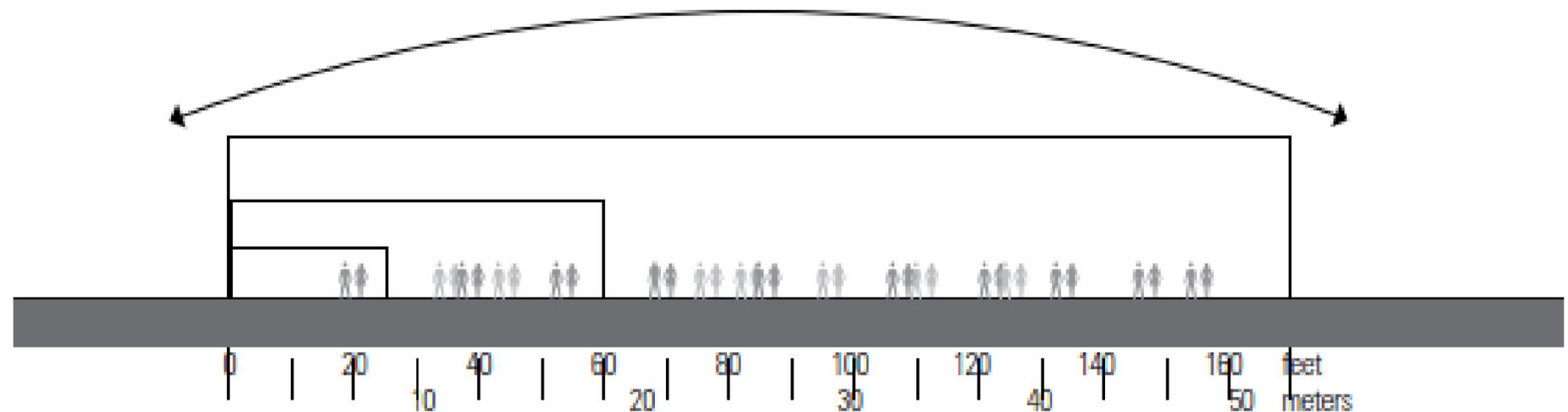
Be Strong!

How Long???

Long Span

=

Wide Span Building



...any span in excess of 60 feet (18) to be a long span. Long span structures are use most often to share and support the roof of buildings.

D.K Ching p. 236

Dimensi Lebar
(axis to axis)
> 18m

Fungsi Bangunan Bentang Lebar

- menciptakan bentuk dan ruang
- mendukung struktur atap
- mendukung struktur lantai

Prinsip Pembebanan Pada Bentang Lebar

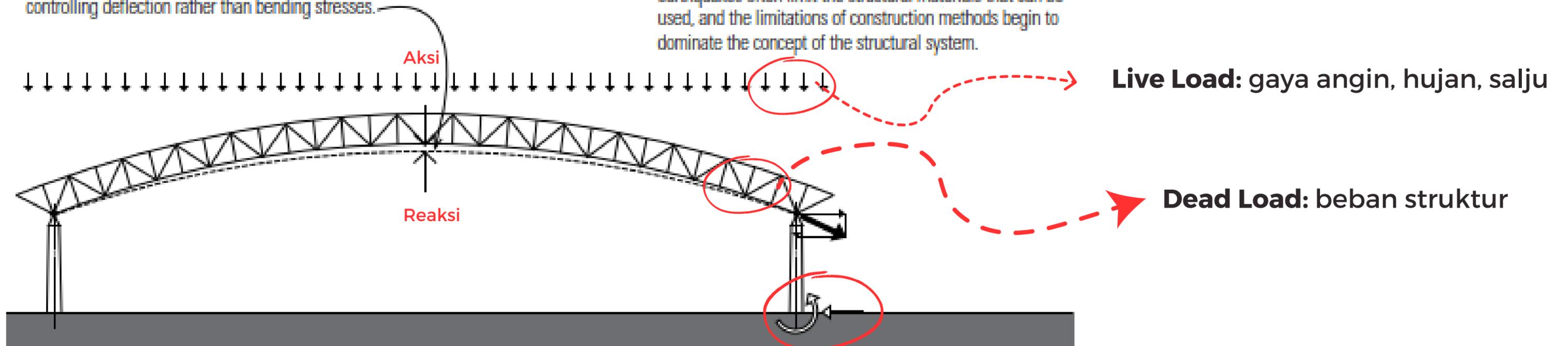


Be Strong!

- Deflection is a major design determinant in the design of long-span structures. The depth and sizing of the elements in long-span members are often based on controlling deflection rather than bending stresses.

Structural Issues

Scale plays a major role in the determination of structural form. For relatively small structures, such as a single-family residence or utility buildings, the structural requirements can be met through simple structural systems using a variety of materials. However, for very large structures, vertical gravity forces and lateral forces of wind and earthquakes often limit the structural materials that can be used, and the limitations of construction methods begin to dominate the concept of the structural system.



D.K Ching p. 237

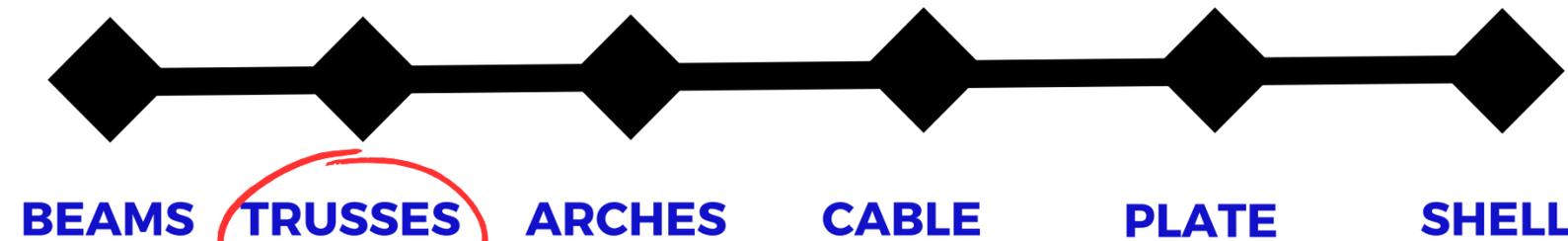
Sistem struktur ditekan oleh beban hidup di atasnya, sistem struktur menciptakan gaya reaksi terhadap beban.

Type of Long Span Structure



Be Strong!

1. One-Way System



- Steel : Folded Plates
- Concrete : Folded Plates

- Wood : Lamella vaults
- Concrete : Barrel Shell

2. Two-Way Systems



PLATE STRUCTURES

- Steel : Space frames
- Concrete : Waffle Slabs

SHELL STRUCTURES

- Steel : Ribbed Domes
- Concrete : Domes

D.K Ching p. 240

LONG-SPAN STRUCTURES

ONE-WAY SYSTEMS

Listed on this and the facing page are span ranges for the basic types of long-span structures.

Beams

- Timber Laminated beams
- Steel Wide-flange beams
- Plate girders
- Concrete Precast tees

Trusses

- Timber Flat trusses
- Shaped trusses
- Steel Flat trusses
- Shaped trusses
- Space trusses

Arches

- Timber Laminated arches
- Steel Built-up arches
- Concrete Formed arches

Cable Structures

- Steel Cable systems

Plate Structures

- Timber Folded plates
- Concrete Folded plates

Shell Structures

- Wood Lamella vaults
- Concrete Barrel shells

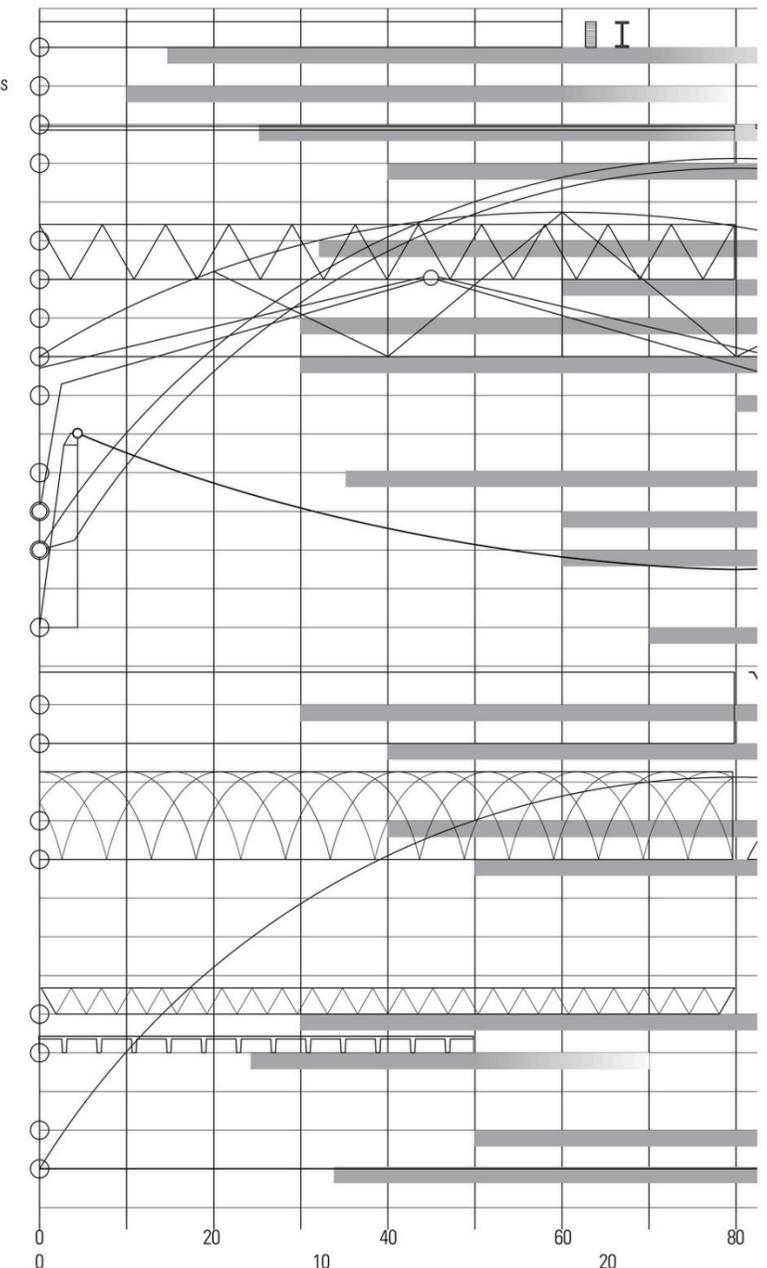
TWO-WAY SYSTEMS

Plate Structures

- Steel Space frames
- Concrete Waffle slabs

Shell Structures

- Steel Ribbed domes
- Concrete Domes



Difference: One-Way & Two-Way System



Be Strong!

1. One-Way System

- Beban ditransfer ke tumpuan dalam satu arah utama.
- Umumnya digunakan pada sistem balok dan pelat konvensional, di mana balok utama membawa beban ke kolom atau dinding penopang.
- Contoh umum dalam struktur bentang panjang meliputi balok baja, rangka batang (truss), dan sistem lengkung (arches).
- Efektif digunakan dalam struktur yang berbentuk memanjang seperti jembatan atau atap dengan tumpuan linear.

2. Two-Way Systems

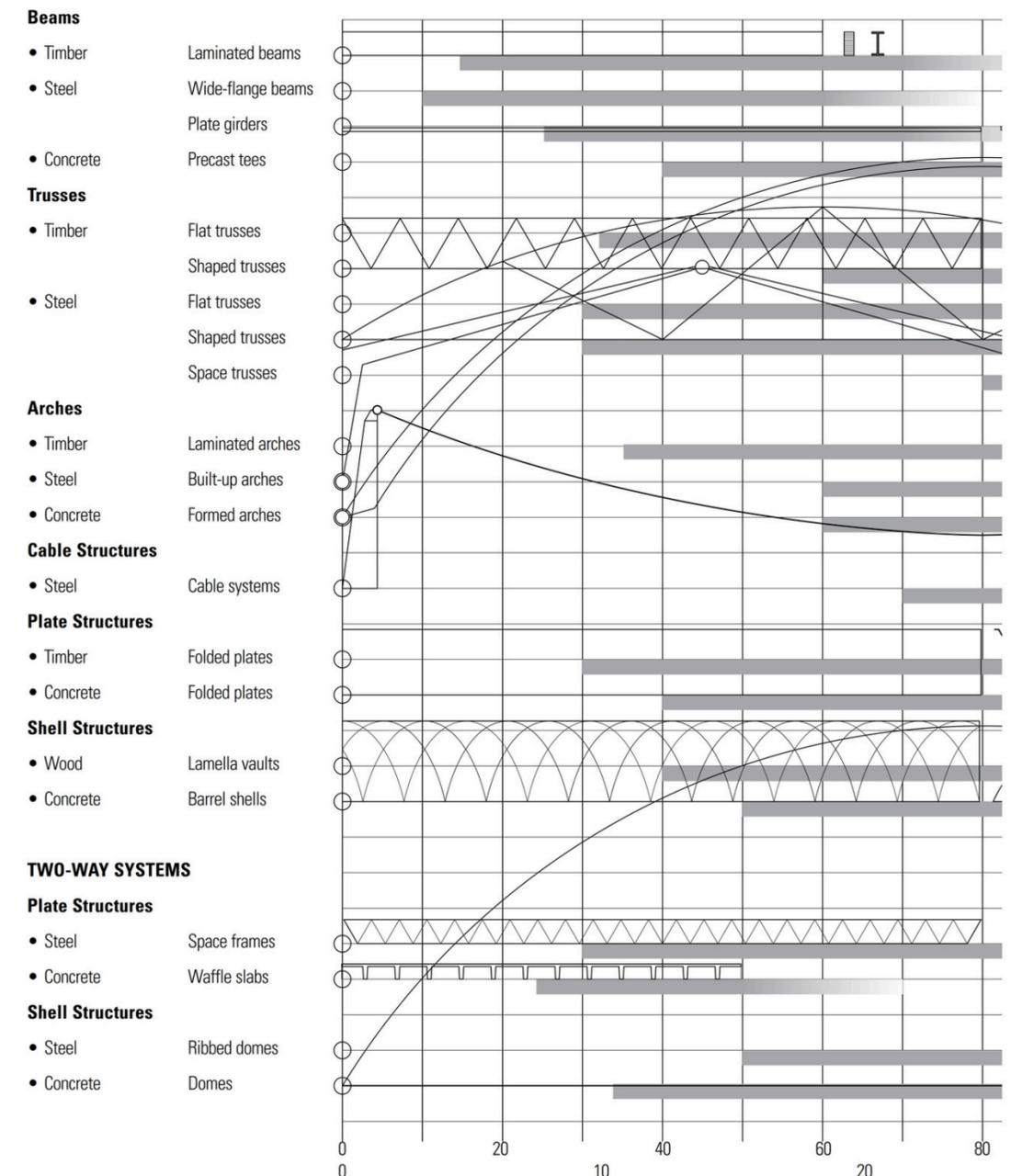
- Beban ditransfer dalam dua arah tegak lurus, membentuk distribusi beban yang lebih merata ke struktur pendukung.
- Umumnya digunakan dalam sistem pelat yang didukung oleh lebih dari dua sisi atau sistem grid struktural seperti grid shell dan space frame.
- Efektif untuk struktur bentang lebar dengan bentuk lebih kompleks, seperti kubah atau atap dengan bentang luas yang tidak hanya mengandalkan tumpuan linear.

D.K Ching p. 240

LONG-SPAN STRUCTURES

ONE-WAY SYSTEMS

Listed on this and the facing page are span ranges for the basic types of long-span structures.

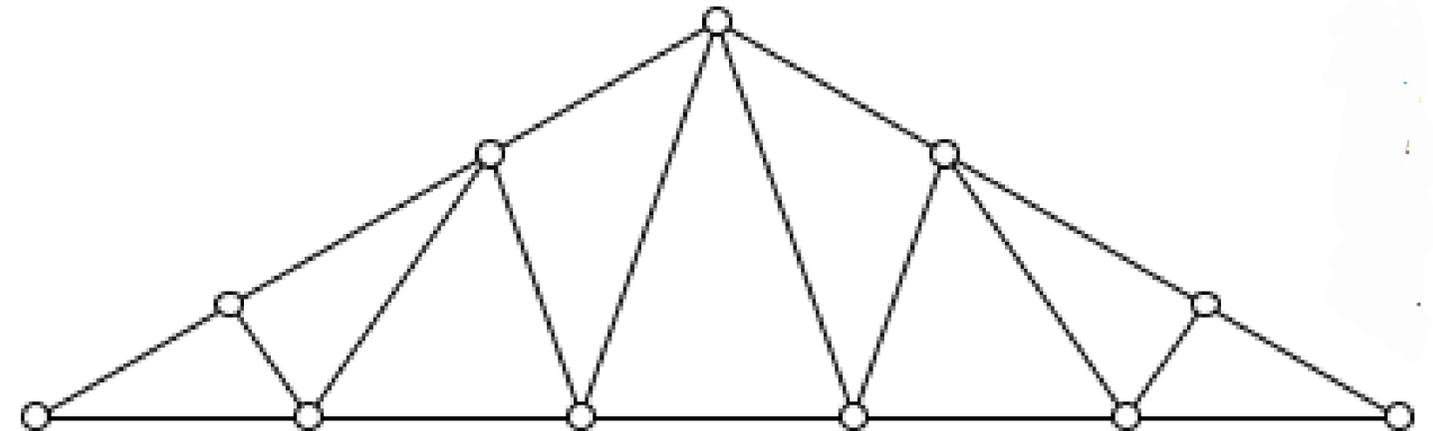




Be Strong!

Long-Span Trusses System

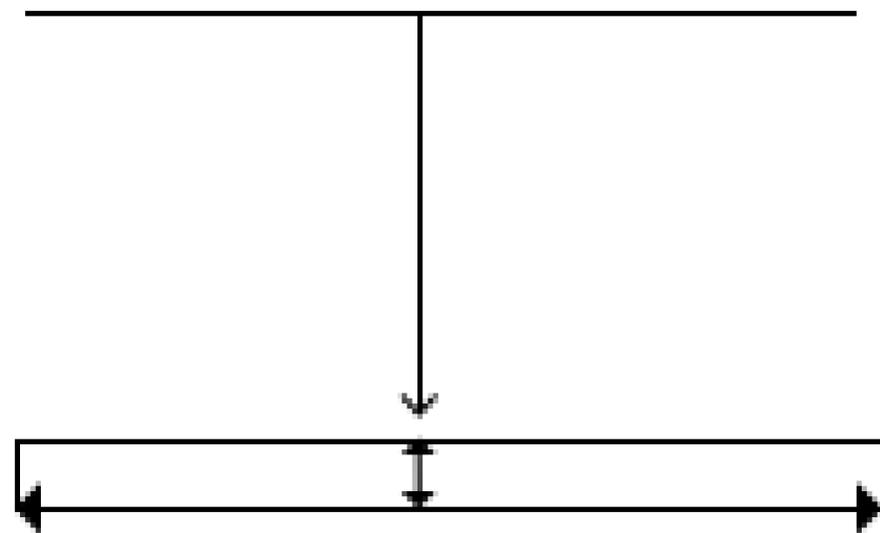
Rangka (trusses) adalah susunan batang yang disambung dengan sendi dan berbentuk segitiga, dengan elemen-elemen yang bekerja dalam tegangan atau tekan. Momen lentur pada rangka diubah menjadi gaya tarik dan tekan pada batang atas dan bawah. Gaya geser diubah menjadi gaya tarik dan tekan pada batang diagonal dan vertikal.





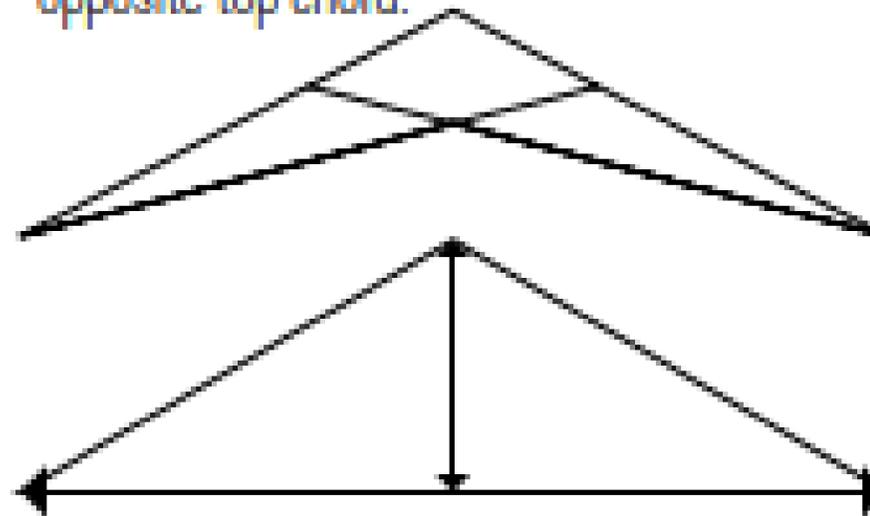
Long-Span Trusses System

- Flat trusses have parallel top and bottom chords. Flat trusses are generally not as efficient as pitched or bowstring trusses.



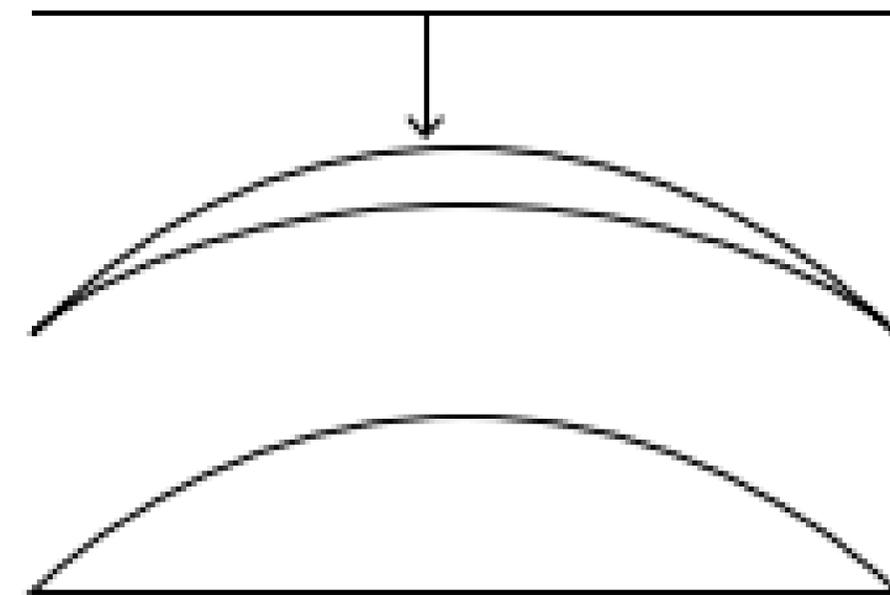
- Span range for flat trusses: up to 120' (37 m)
- Depth range for flat trusses: span/10 to span/15

- Scissors trusses have tension members extending from the foot of each top chord to an intermediate point on the opposite top chord.



- Span range for shaped trusses: up to 150' (46 m)
- Depth range for shaped trusses: span/6 to span/10

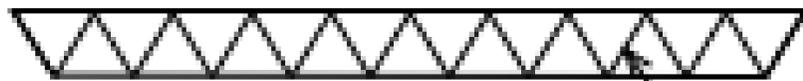
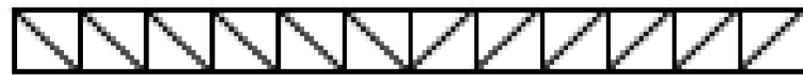
- Crescent trusses have both top and bottom chords curving upward from a common point at each side.



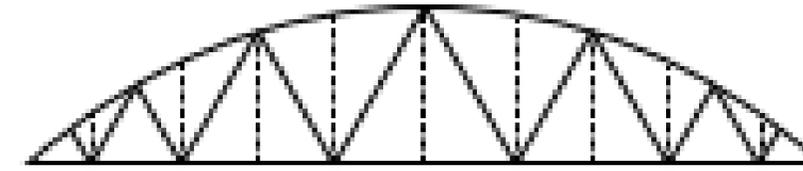
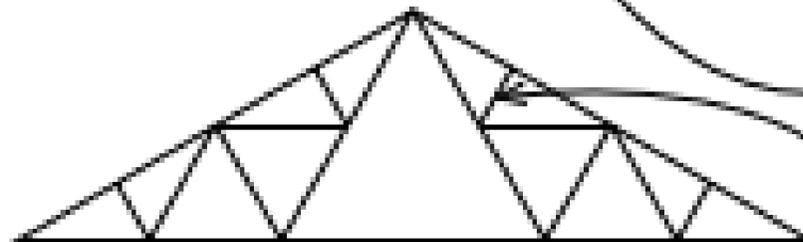
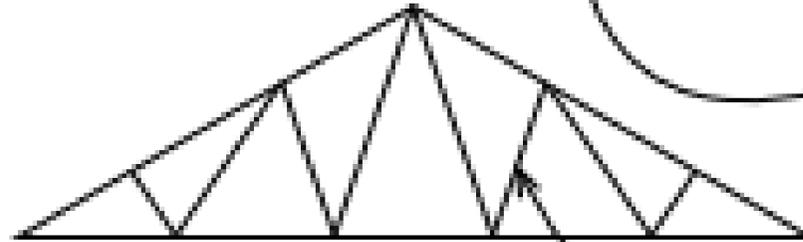
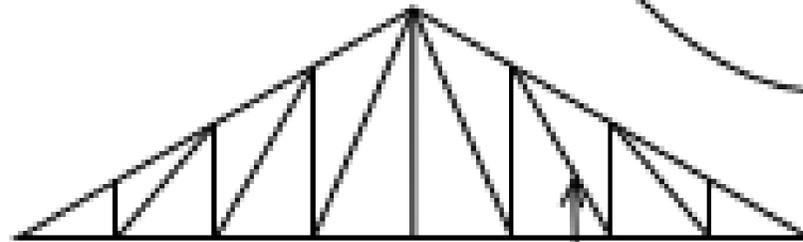
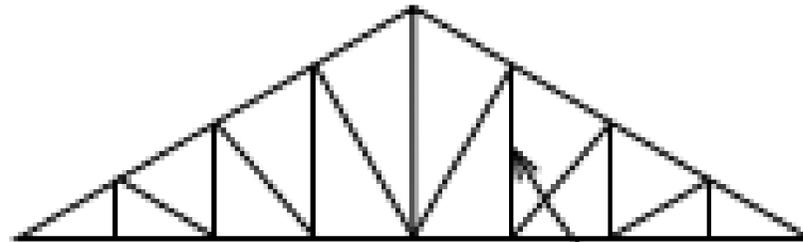
- Bowstring trusses have a curved top chord meeting a straight bottom chord at each end.



Long-Span Trusses System



- Warren trusses have inclined web members forming a series of equilateral triangles. Vertical web members are sometimes introduced to reduce the panel lengths of the top chord, which is in compression.



- Pratt trusses have vertical web members in compression and diagonal web members in tension. It is generally more efficient to use a truss type in which the longer web members are loaded in tension.

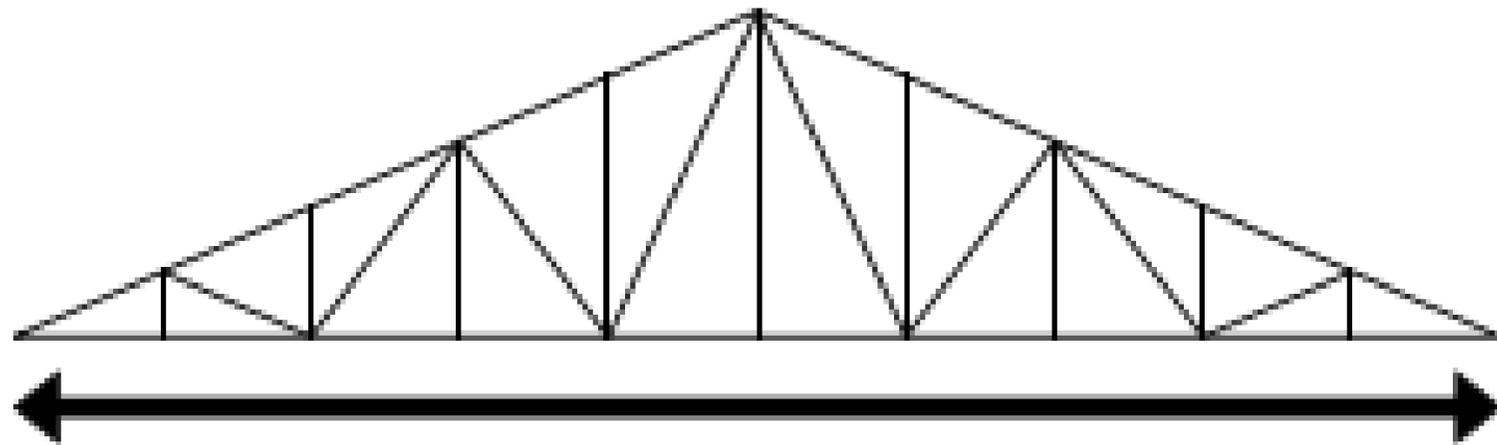
- Howe trusses have vertical web members in tension and diagonal web members in compression.

- Belgian trusses have only inclined web members.
- Fink trusses are Belgian trusses having subdiagonals to reduce the length of compression web members toward the centerline of the span.



Be Strong!

Long-Span Trusses System



Rangka menggunakan material (baja) lebih ekonomis dan lebih efisien untuk bentang panjang dibandingkan dengan balok solid, tetapi relatif mahal untuk diproduksi karena banyaknya sambungan dan kompleksitas hubungan antar elemen. Rangka menjadi lebih ekonomis jika digunakan untuk bentang 30 meter atau lebih dan ketika digunakan sebagai elemen struktural utama yang menopang rangka sekunder atau balok.

Long-Span Trusses System



Be Strong!

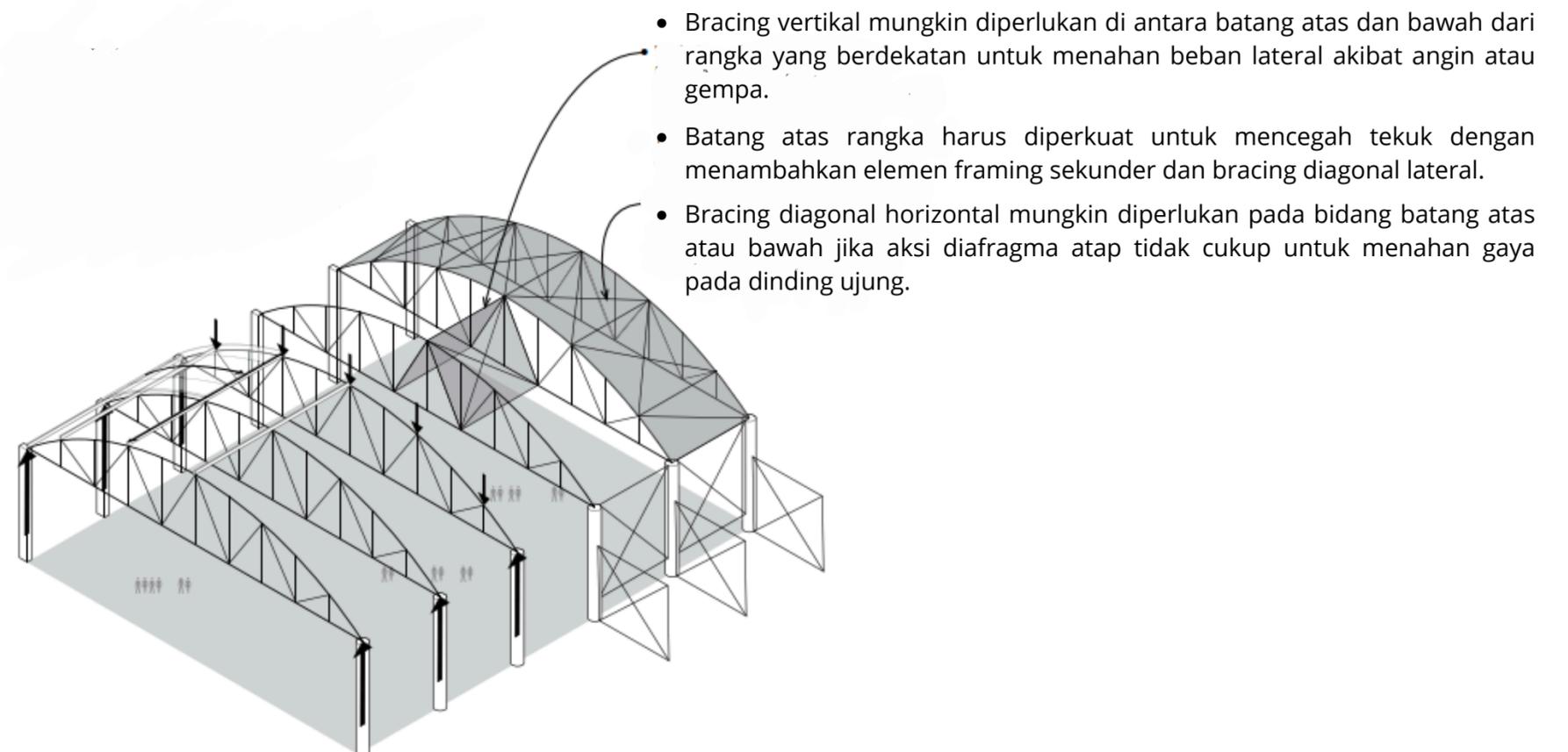
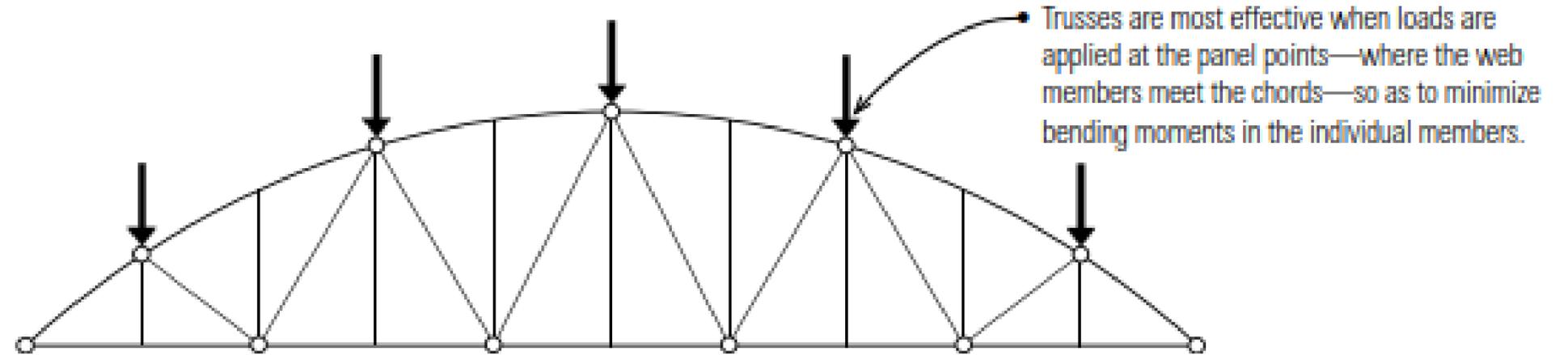




Be Strong!

Long-Span Trusses System

- Jarak antar rangka utama bergantung pada kapasitas elemen sekunder yang berjalan tegak lurus terhadap bentang rangka. Umumnya, jarak antar rangka berkisar antara 1,8 hingga 9 meter.
- Jarak elemen sekunder dikendalikan oleh jarak antar panel rangka utama agar transfer beban dapat terjadi di titik sambungan panel tersebut.

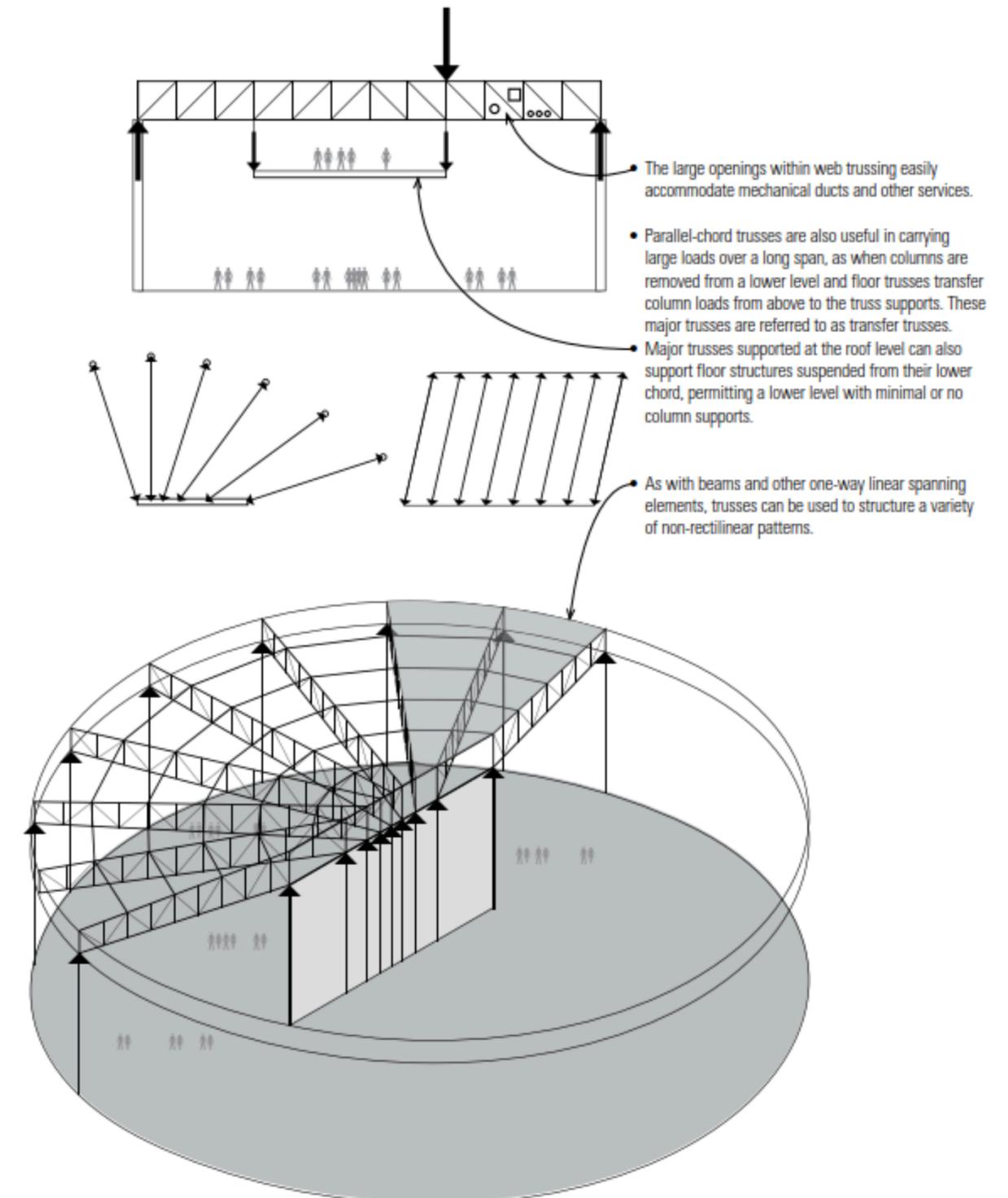


Long-Span Trusses System



Be Strong!

- Bukaan besar dalam batang web rangka memungkinkan pemasangan jaringan mekanikal dan jaringan lainnya dengan mudah.
- Rangka batang sejajar (parallel-chord trusses) sangat berguna untuk menopang beban besar pada bentang panjang, terutama ketika kolom dihilangkan dari lantai bawah, sehingga beban dari kolom di atas dialihkan ke rangka pendukung. Rangka utama ini disebut sebagai transfer trusses.
- Rangka utama yang ditempatkan di atap juga dapat menopang struktur lantai yang digantung dari batang bawahnya, memungkinkan lantai bawah memiliki lebih sedikit atau bahkan tanpa kolom penyangga.
- Seperti balok dan elemen bentang linier lainnya, rangka dapat digunakan untuk membentuk berbagai pola struktural yang tidak berbentuk persegi atau segi empat.



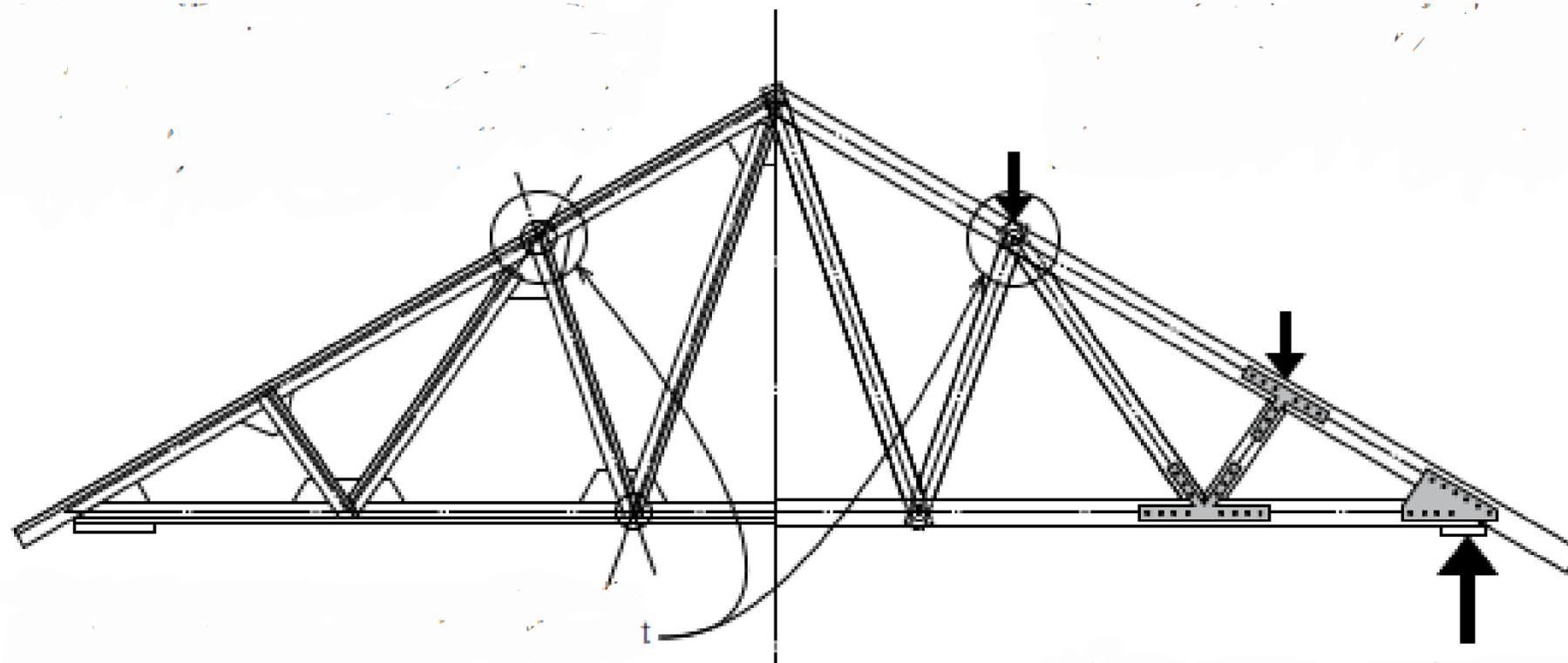
Long-Span Trusses System



Be Strong!

Rangka Baja (Steel Trusses)

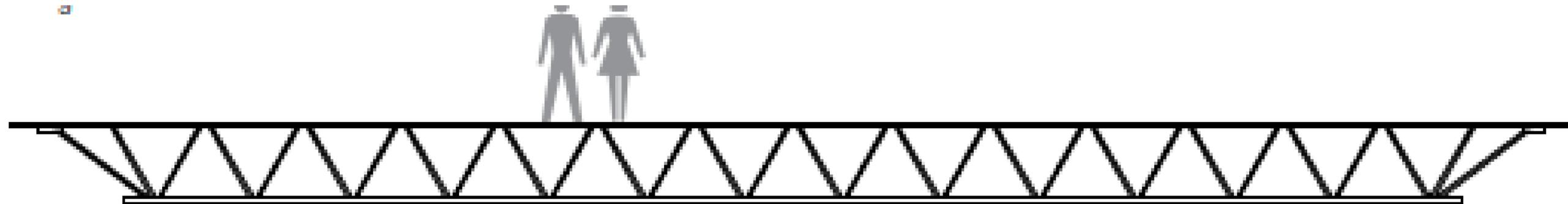
- Rangka baja umumnya dibuat dengan cara dilas atau dibaut menggunakan sudut struktural dan batang pengikat untuk membentuk kerangka segitiga.
- Karena elemen batang rangka ini ramping, sambungan biasanya menggunakan plat baja sebagai penghubung.
- Rangka baja yang lebih berat dapat menggunakan balok berbentuk sayap lebar (wide-flange) dan tabung struktural.



Long-Span Trusses System



Be Strong!



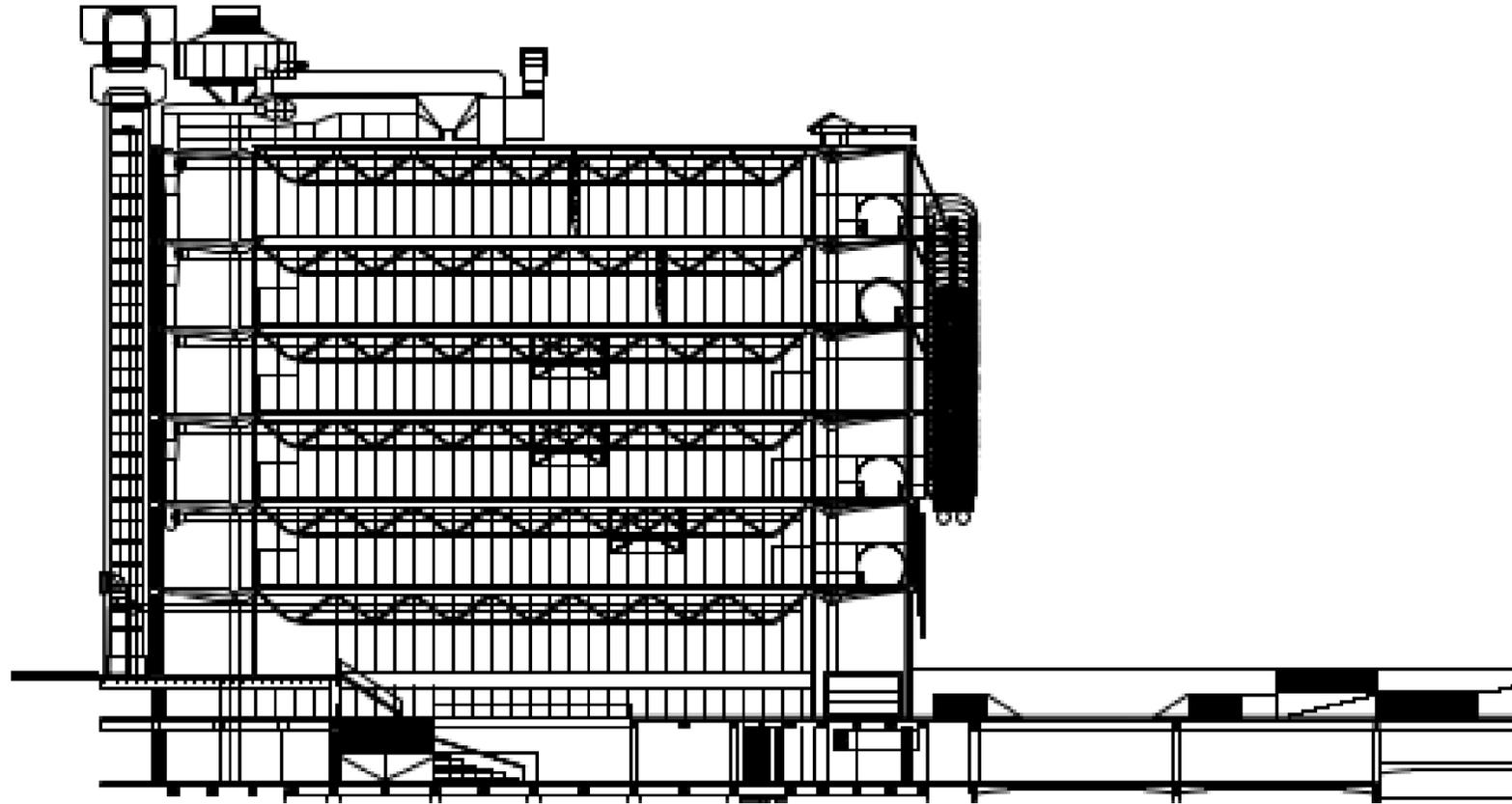
BALOK TERBUKA (OPEN-WEB JOISTS)

- Balok berbentuk rangka yang terbuat dari kayu dan baja komersial jauh lebih ringan dibandingkan dengan rangka biasa dan dapat mencapai bentang hingga 37 meter.
- Balok rangka komposit memiliki batang atas dan bawah dari kayu serta bagian dalamnya dari tabung baja diagonal.
- Balok rangka komposit yang digunakan untuk bentang lebih dari 18 meter memiliki kedalaman antara 81 cm hingga 117 cm, sedangkan yang lebih berat memiliki kedalaman antara 91 cm hingga 152 cm.
- Seri **LH** digunakan untuk **menopang langsung lantai** dan dek dengan bentang **18 hingga 30 meter**.
- Seri **DLH** digunakan untuk **menopang langsung dak** atap dengan bentang **13 hingga 42,7 meter**.

Case Study



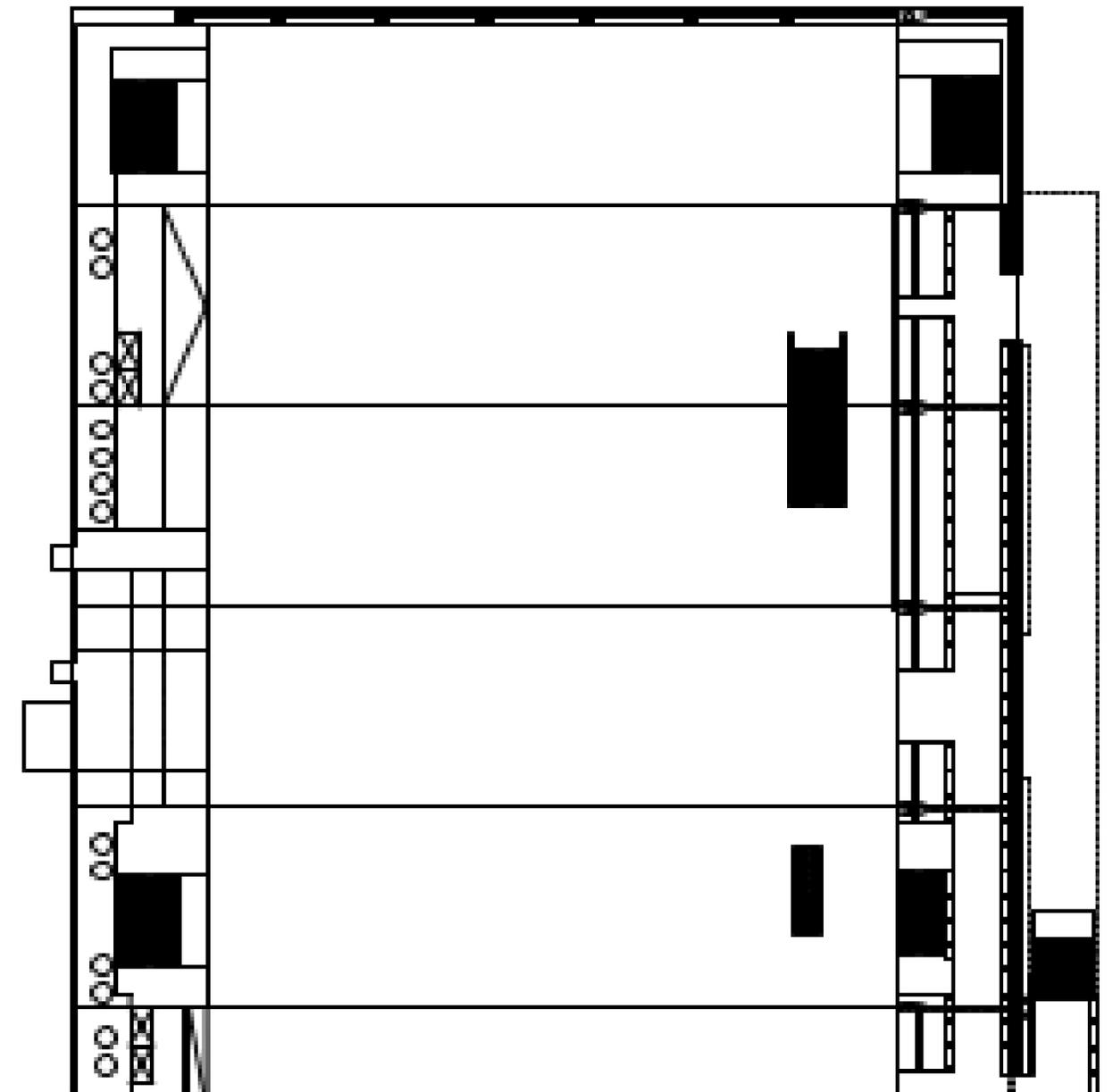
Be Strong!



Plan and section: Pompidou Center, Paris, France, 1971–1977, Renzo Piano and Richard Rogers

Struktur Truss pada Pompidou Center:

- Truss baja utama dipasang dengan interval 12 meter (42 kaki).
- Masing-masing truss memiliki bentang sekitar 48 meter (157 kaki).
- Kolom pendukung di setiap level memiliki hanger baja khusus yang panjangnya 8 meter (26 kaki) dan beratnya 9.000 kg (20.000 pon).
- Balok komposit beton dan baja tipe wide-flange digunakan untuk membentangi truss utama.



Case Study

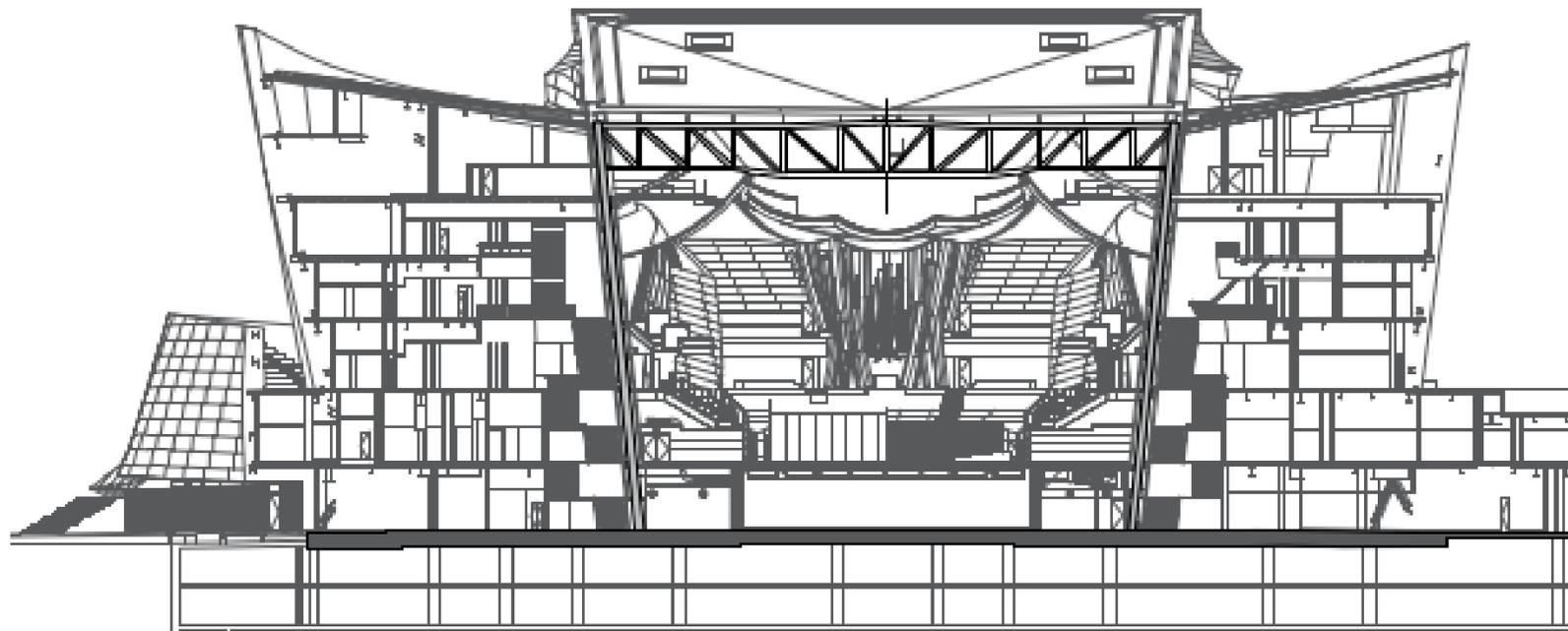


Be Strong!



1. Walt Disney Concert Hall (Los Angeles, California, 1991-2003)

- Arsitek: Frank Gehry/Gehry Partners
- Struktur utama terdiri dari kerangka baja lengkung dengan bentuk kompleks.
- Desainnya membutuhkan penggunaan perangkat lunak canggih yang awalnya dikembangkan untuk industri dirgantara Prancis.
- Auditorium utama berfungsi sebagai rumah bagi Los Angeles Philharmonic dan Los Angeles Master Chorale.
- Menggunakan long-span steel trusses untuk menciptakan ruang bebas kolom yang luas.



Section: Walt Disney Concert Hall, Los Angeles, California, 1991-2003, Frank Gehry/Gehry Partners

Case Study

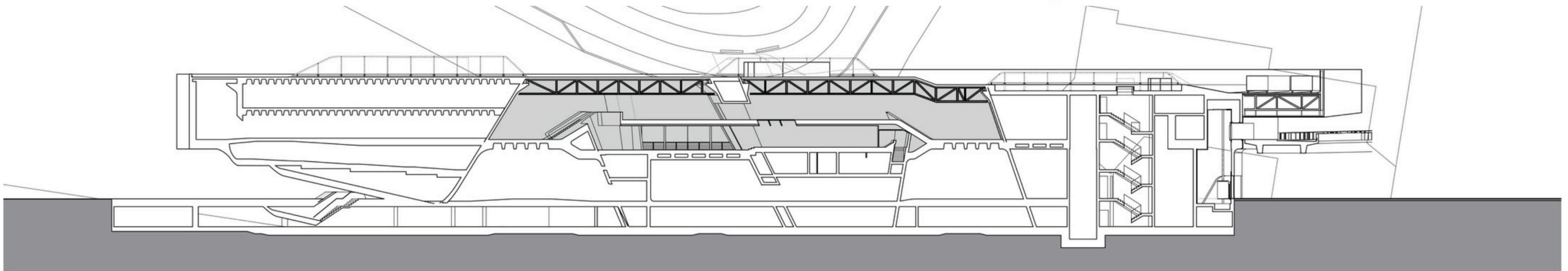


Be Strong!



2. Phaeno Science Center (Wolfsburg, Jerman, 2005)

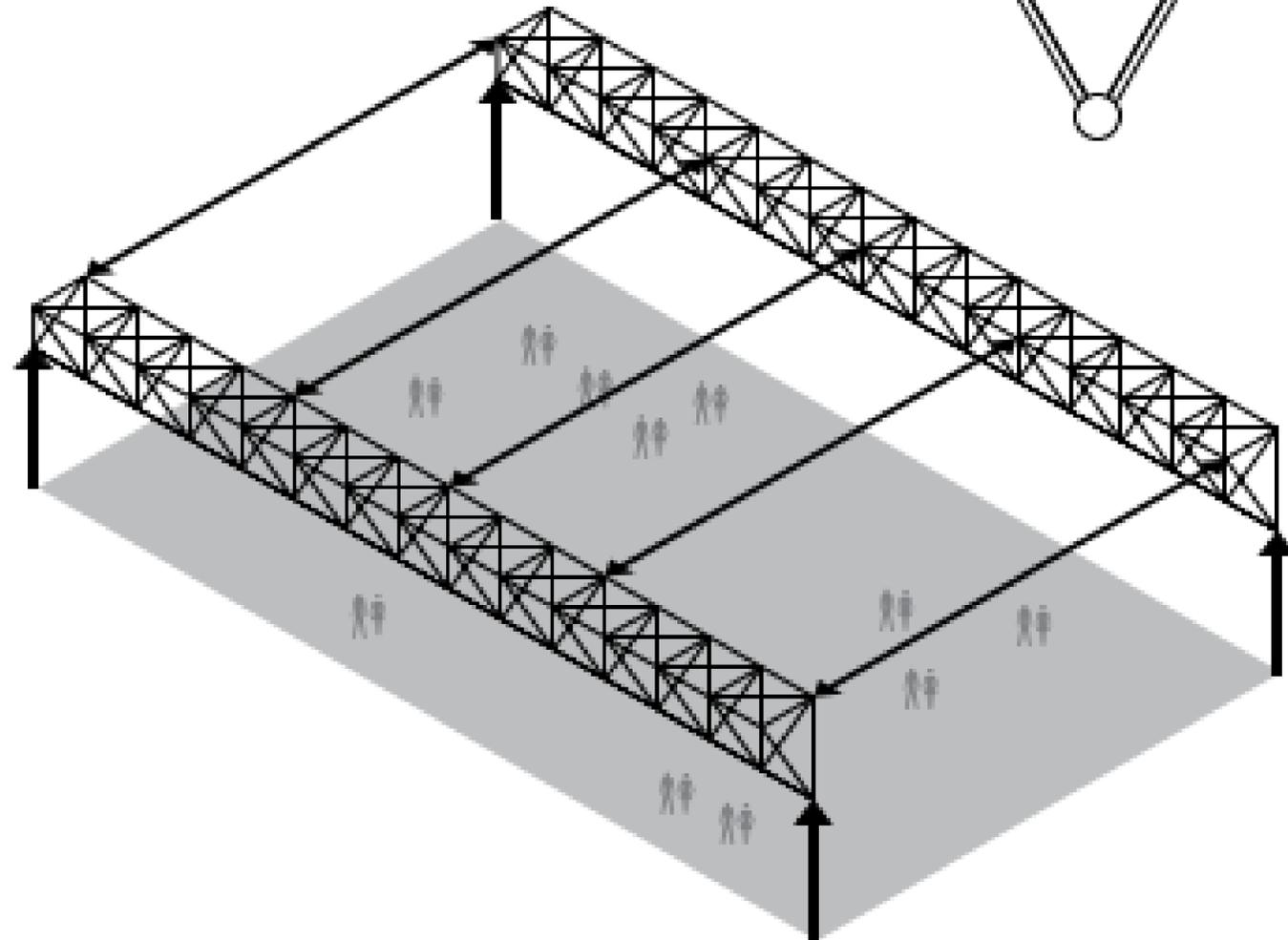
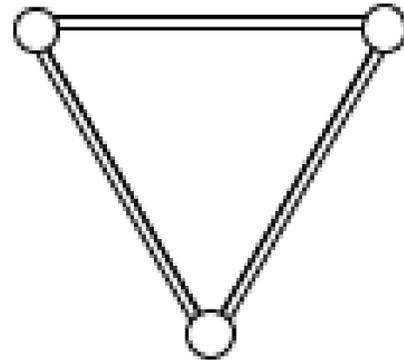
- Arsitek: Zaha Hadid Architects
- Memiliki bentuk organik dan dinamis, mencerminkan pendekatan inovatif Hadid dalam arsitektur parametrik.
- Menggunakan space frame dan struktur beton bertulang untuk menghasilkan ruang yang tampak melayang.



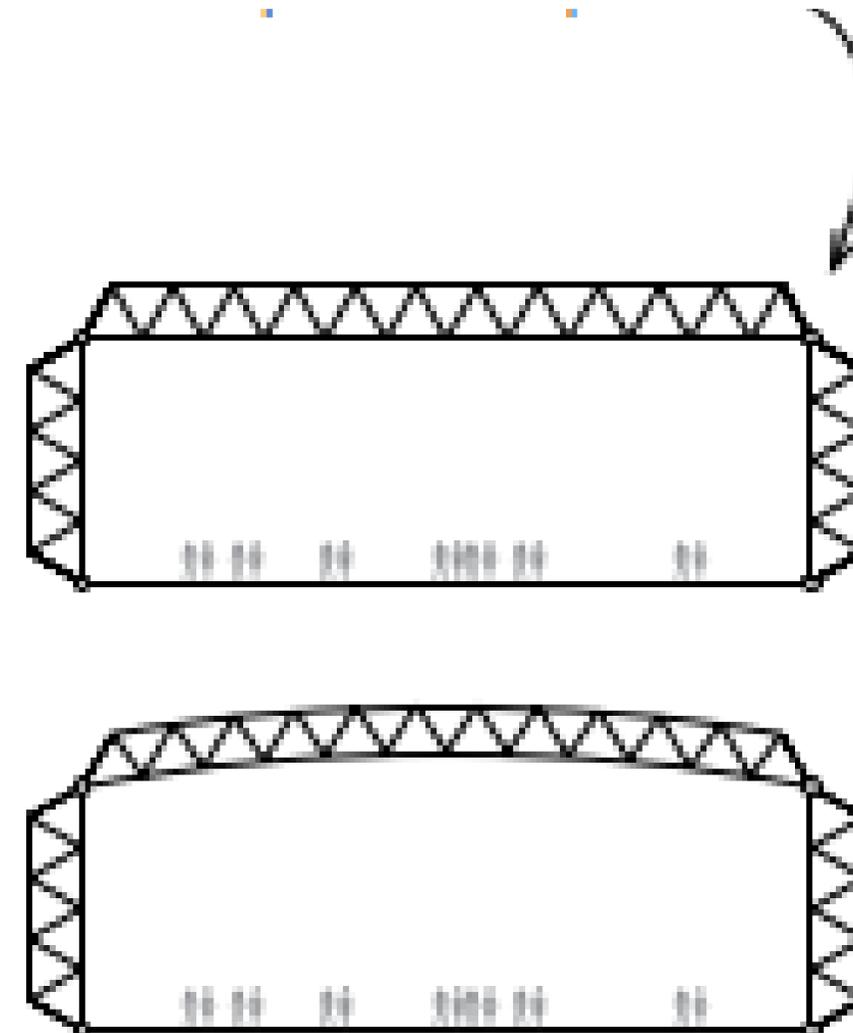
Case Study



Be Strong!



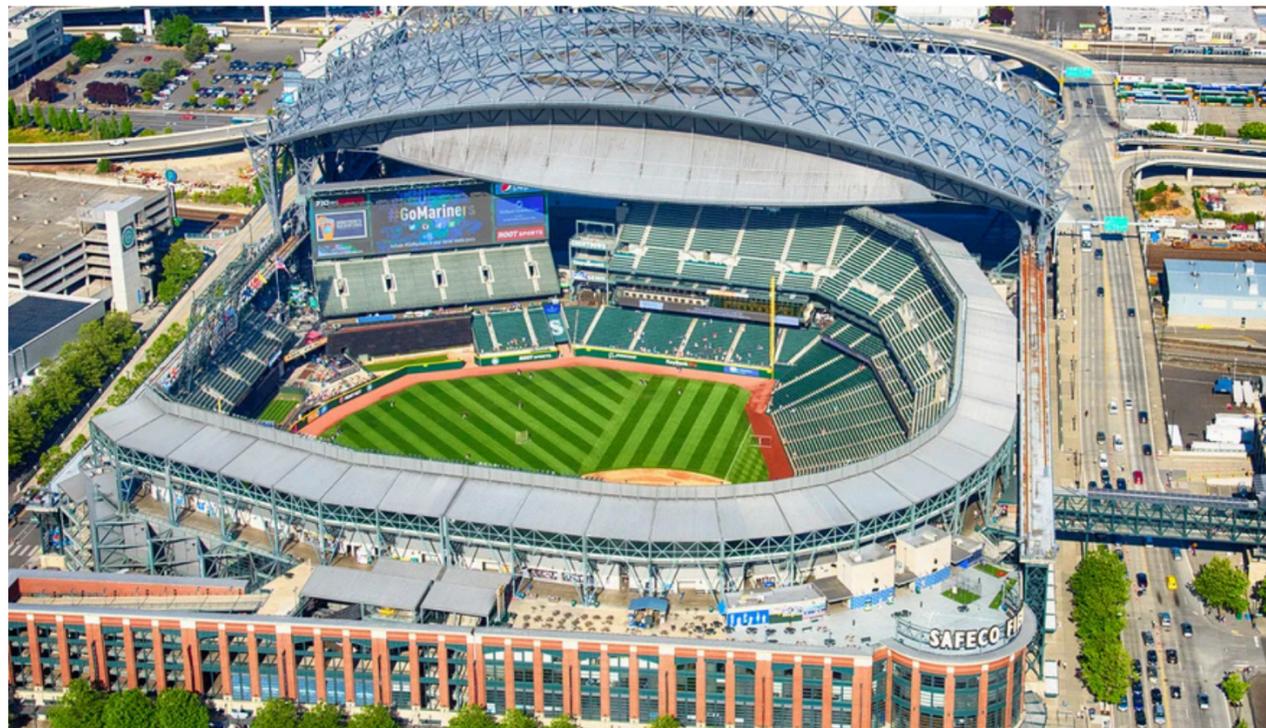
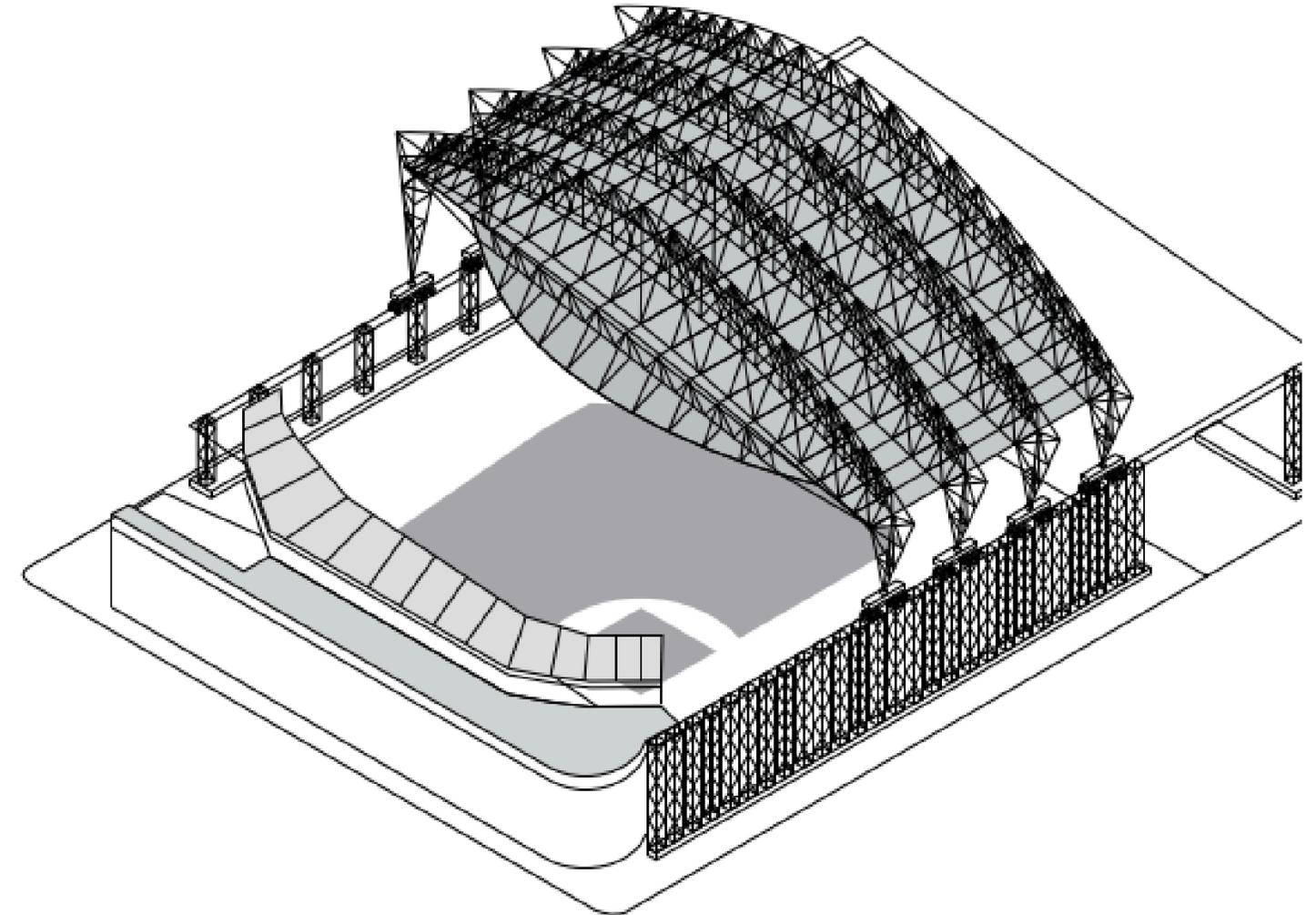
Space Truss dapat digunakan dalam berbagai profil atap, seperti stadion, terminal bandara, dan aula besar.



Case Study



Be Strong!

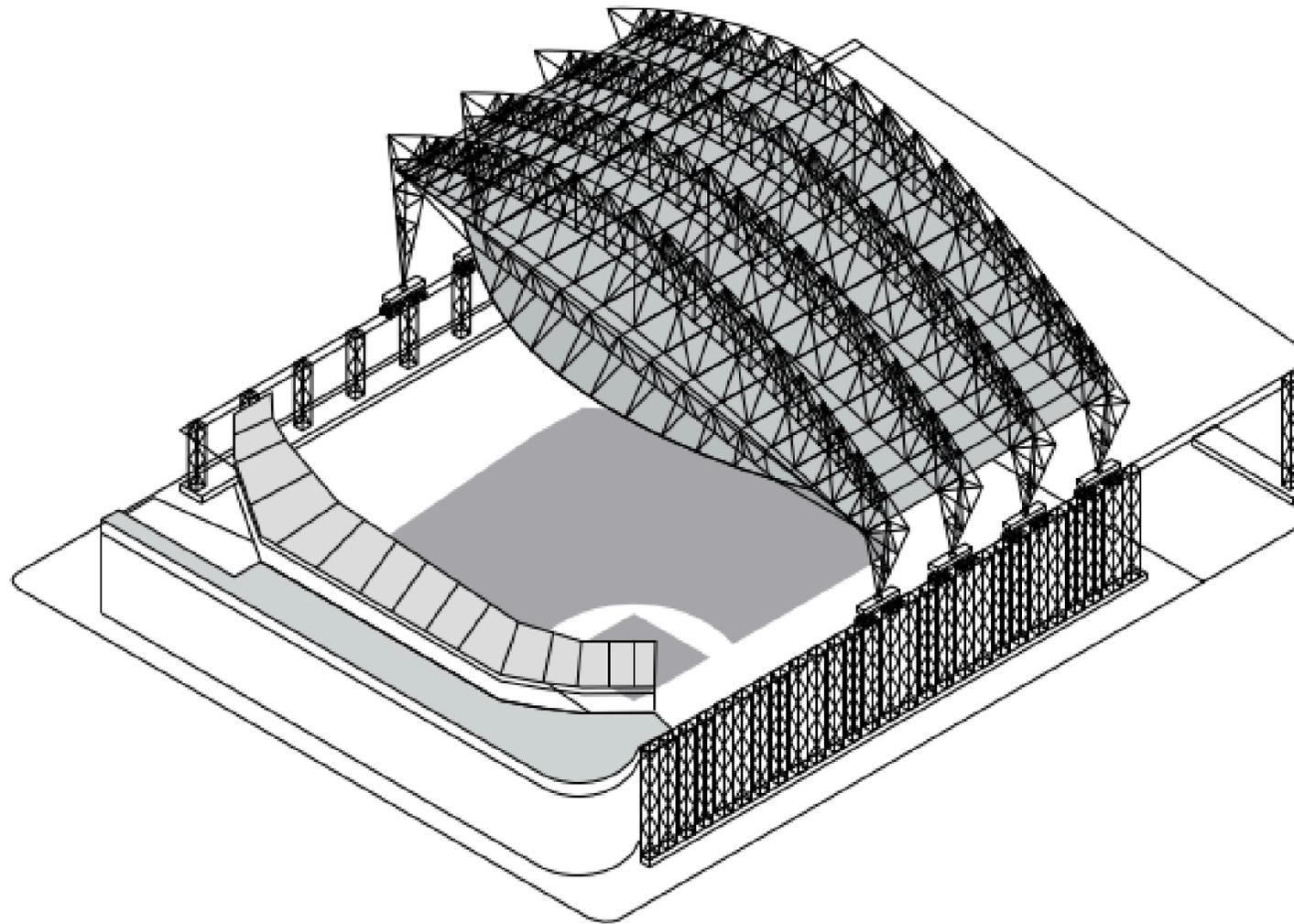


Space Truss dapat digunakan dalam berbagai profil atap, seperti stadion, terminal bandara, dan aula besar.

Case Study



Be Strong!



Aerial view: Safeco Field, Seattle, Washington, 1997-1999, NBBJ

D.K Ching p. 253

1. Panel Atap Bergerak

- Terdiri dari tiga panel bergerak, mencakup area seluas 9 acre.
- Didukung oleh space trusses yang bergerak di atas 128 roda baja, digerakkan oleh motor listrik 96 tenaga kuda.
- Atap dapat dibuka atau ditutup hanya dengan menekan tombol dalam 10-20 menit.

2. Dimensi Struktur

- Panel 1 dan 3 memiliki bentang 631 kaki (192 m).
- Panel 2 memiliki bentang 655 kaki (200 m).

3. Desain Beban dan Ketahanan

- Dirancang untuk menahan beban 80-90 psf (3,8-4,3 kPa) atau salju setinggi 7 kaki (2,1 m).
- Mampu bertahan terhadap angin hingga 70 mph (113 km/h).

4. Sambungan struktur:

- Salah satu sisi truss memiliki sambungan tetap (fixed connection).
- Fleksibilitas ini memungkinkan atap untuk bergerak saat angin kencang atau gempa bumi, tanpa menyebabkan tekanan berlebih pada struktur truss atau mentransfer gaya horizontal ke rel penopangnya.



Be Strong!

Reference

- Ching, Francis D.K. (2014). **Building Structures Illustrated: Patterns, Systems, and Design**. John Wiley & Sons.
- Engel, Heino. (2007). **Structure Systems**. Hatje Cantz.



Be Strong!

THANK YOU

End Slide