

BAB III.

SIRKULASI

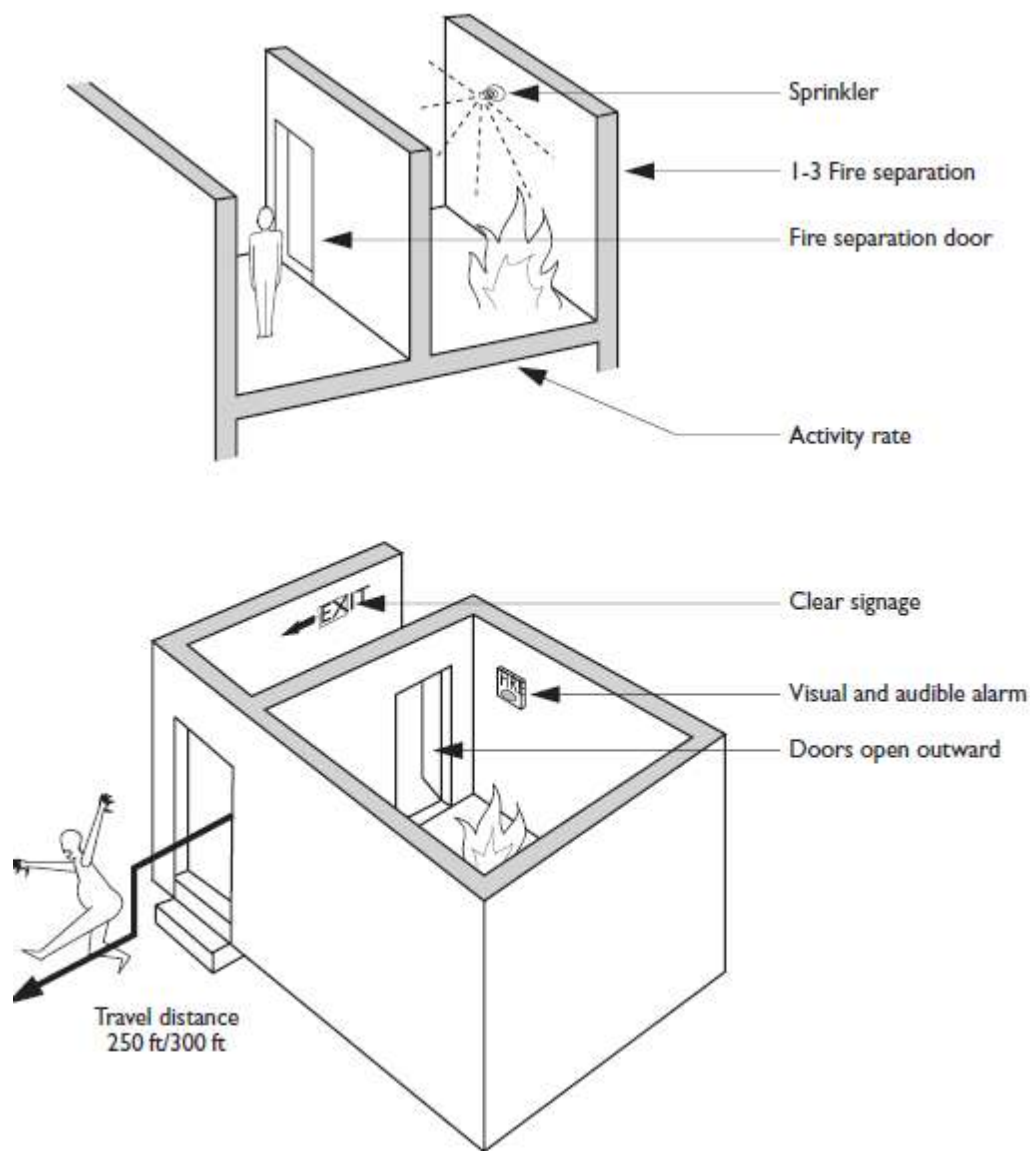
Bab ini akan membahas tentang sirkulasi, namun secara khusus hanya akan menyoroti soal sirkulasi yang krusial pada bangunan tinggi. Sirkulasi yang krusial itu, antara lain menyangkut: keamanan yaitu jalur sirkulasi pada saat terjadi kebakaran; aksesibilitas yaitu jalur sirkulasi untuk kaum difabel (*difference ability*), dan ; sarana sirkulasi vertical seperti tangga, elevator, dan escalator.

Materi tentang sirkulasi ini bersumber dari rujukan utama : Alread, Jason & Leslie, Thomas (2007). *Design Tech: Building Science for Architect*. London: Elseiver, Linacre House, Jordan Hill, Oxford.

A. Sirkulasi untuk keamanan

Fakta bahwa banyak kebakaran terjadi pada bangunan-bangunan tinggi, yang kemudian memakan korban jiwa karena faktor sirkulasi untuk meloloskan diri pada saat terjadi kebakaran tidak didesain dengan baik. Di Amerika saja, setiap tahun lebih dari 3000 orang meninggal karena kabakaran pada bangunan tinggi.

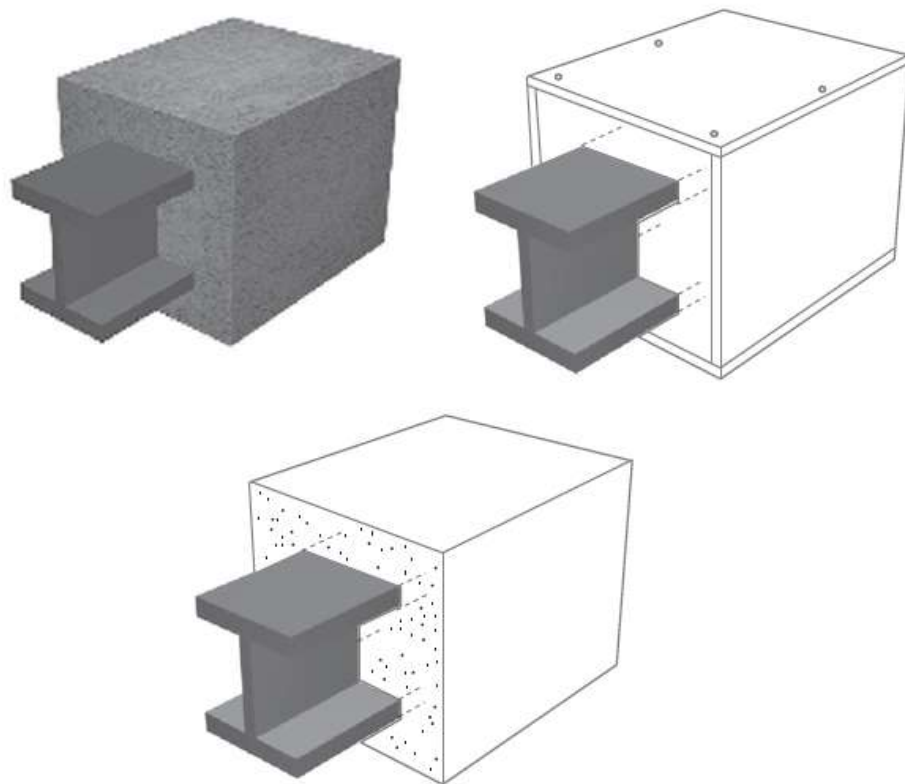
Oleh sebab itu, sangat penting setiap perancangan memperhatikan faktor keamanan berkaitan dengan bahaya kebakaran ini. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan berkaitan dengan hal itu, diantaranya adalah integrasi bangunan; kontrol bahaya kebakaran, material bangunan, kepadatan dan registrasi penghuni, serta jalur sirkulasi untuk meloloskan diri pada saat terjadi kebakaran.



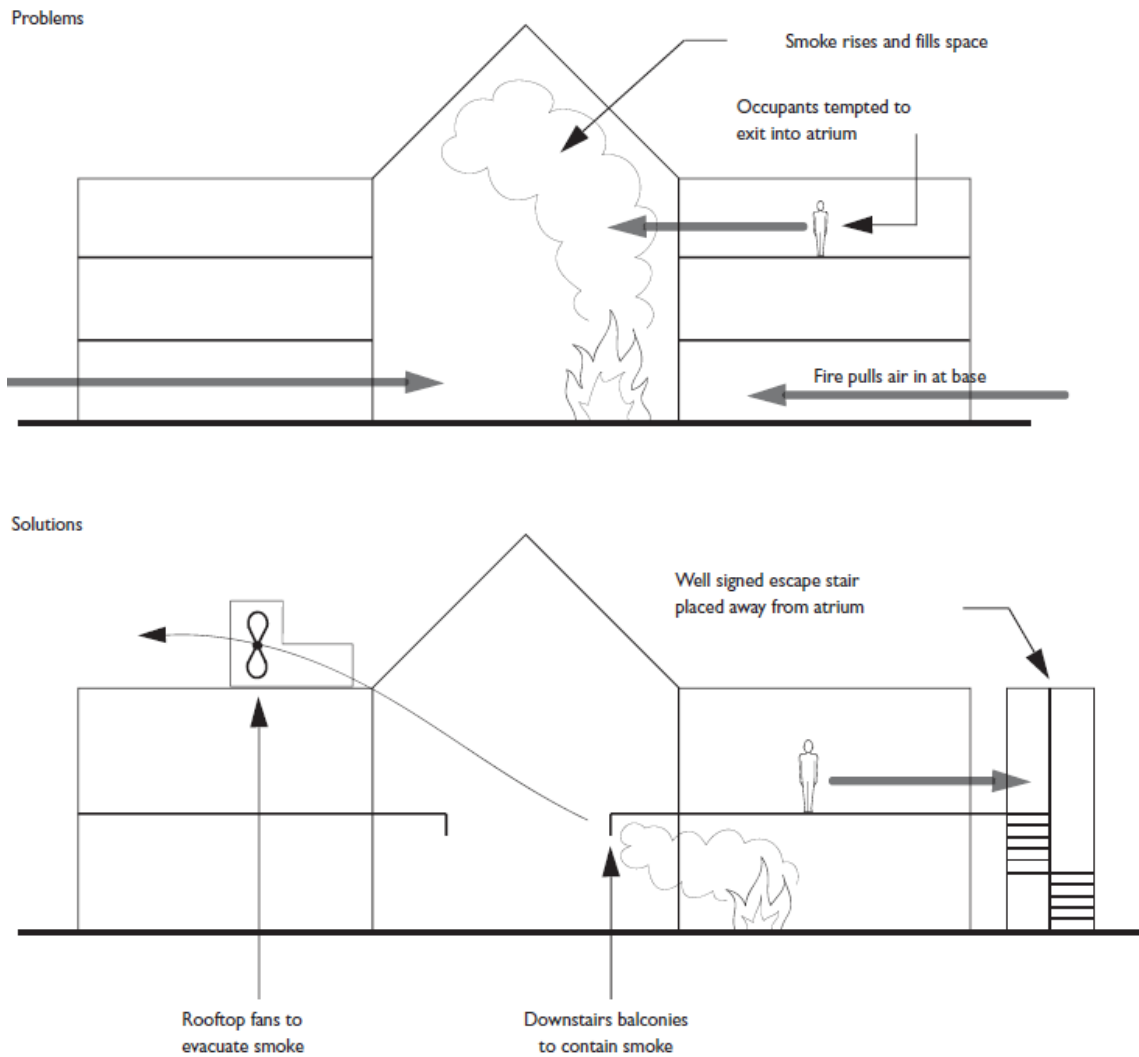
Gambar 3.1. Strategi dasar untuk meminimalkan bahaya kebakaran pada bangunan

Material/Assembly	Fire rating (hrs)
Timber or metal studs with one layer of gypsum wallboard each side	1
Timber or metal studs with two layers of gypsum wallboard each side	2
Three layers of gypsum wallboard with embedded metal studs	3
Single layer of 225 mm (8") Concrete Masonry, fully grouted	4
Single layer of 100 mm (4") hollow clay brick (200 mm total)	1.5
Double layer of 100 mm (4") hollow clay brick (200 mm total)	2.5
154 mm (6") poured concrete	4
89 mm (3.5") concrete slab	1

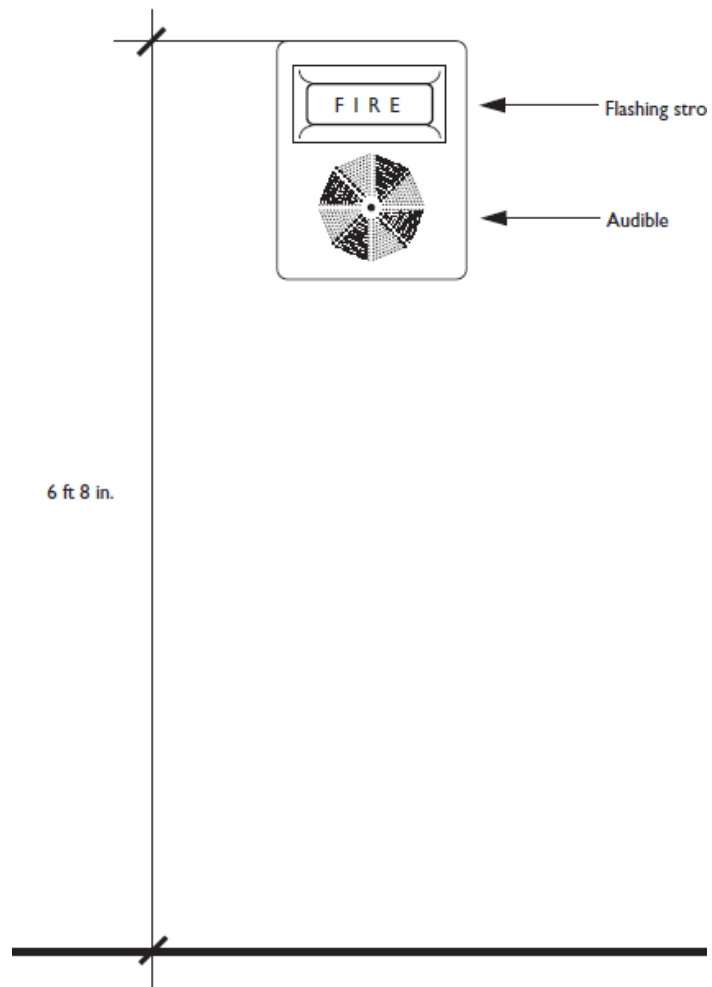
Tabel 3.1. Rating daya tahan material terhadap api



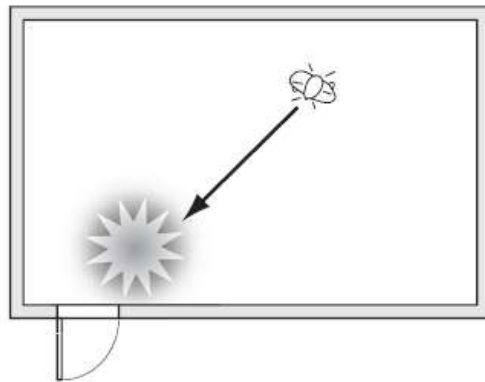
Gambar 3.2. Integrasi bangunan sangat penting, termasuk pemakaian bahan bangunan tidak tahan api seperti baja pada saat mencapai keadaan ekstrim, yang dipadukan dengan beton, gypsum, atau bahan lain yang tahan api.



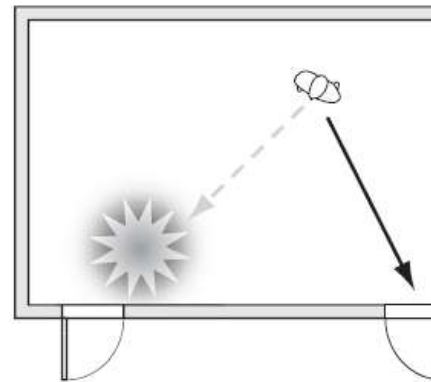
Gambar 3.3. Bangunan dengan atrium kerap kali memiliki masalah pada saat terjadi kebakaran. Gambar kedua, adalah salahsatu solusi berkaitan dengan hal itu.



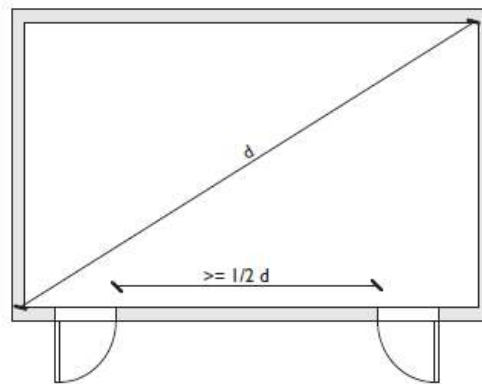
Gambar 3.4. Pemberi peringatan terhadap bahaya kebakaran harus terdiri atas dua type, visualan audial, dan ditempatkan pada posisi yang tepat.



A single exit from a room is a potentially hazardous condition, as the exit may be blocked by fire

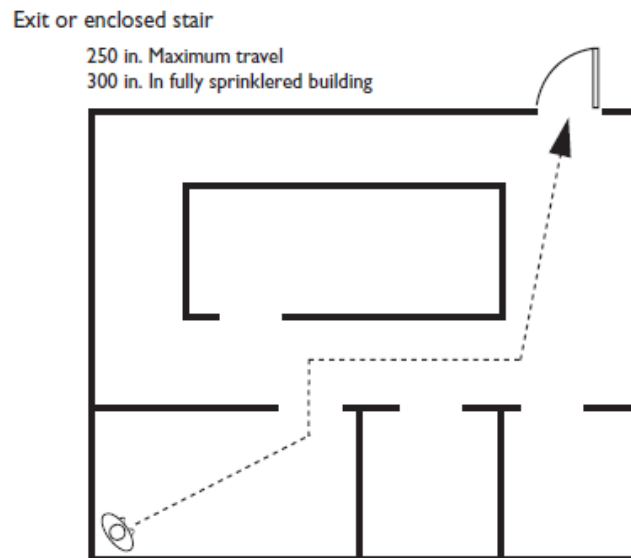


A second exit from a room, if properly placed, offer an alternative exit. This is usually required for occu over 50 persons, but is good practice in all circums. Larger occupancies may require a third exit

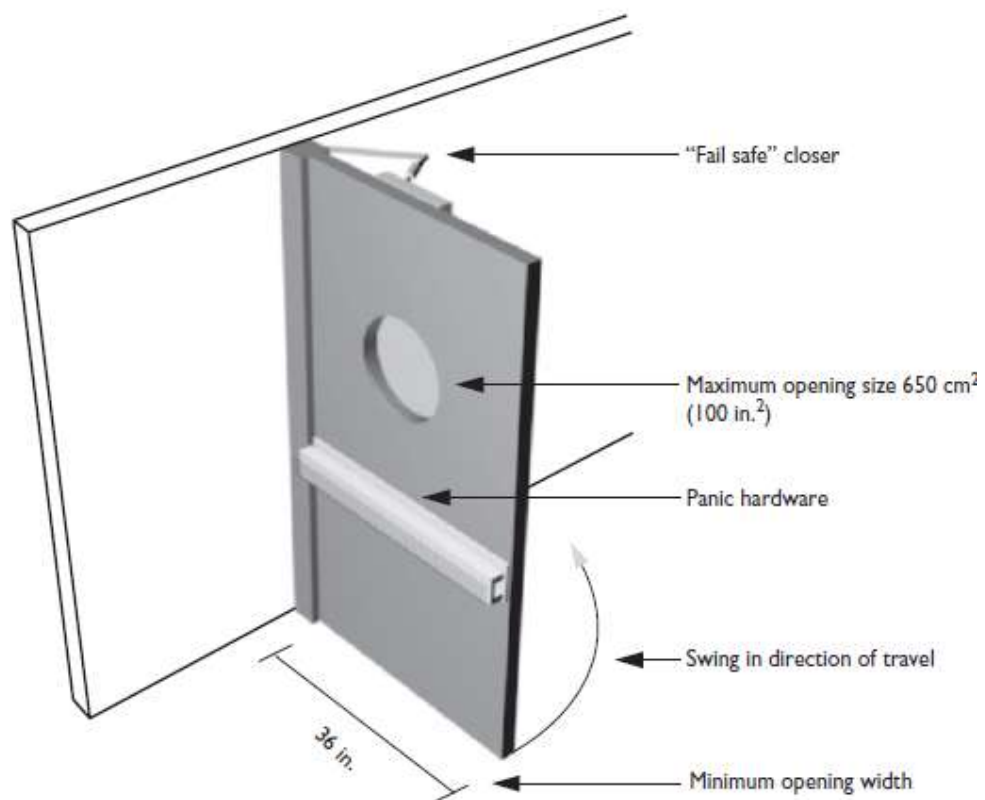


A good rule of thumb (often required by code) is to separate fire exits by at least half the largest diagonal dimension of the space being served. This ensures that no single fire can immediately block all exits.

Gambar 3.5. Diperlukan minimal dua pintu supaya penghuni lebih mudah meloloskan diri pada saat terjadi kebakaran. Seringkali juga diperlukan kode penanda di atas pintu tersebut.



Gambar 3.6. Pertimbangan jarak dan rute terdekat melalui ruang atau koridor menuju pintu keluar atau tangga darurat



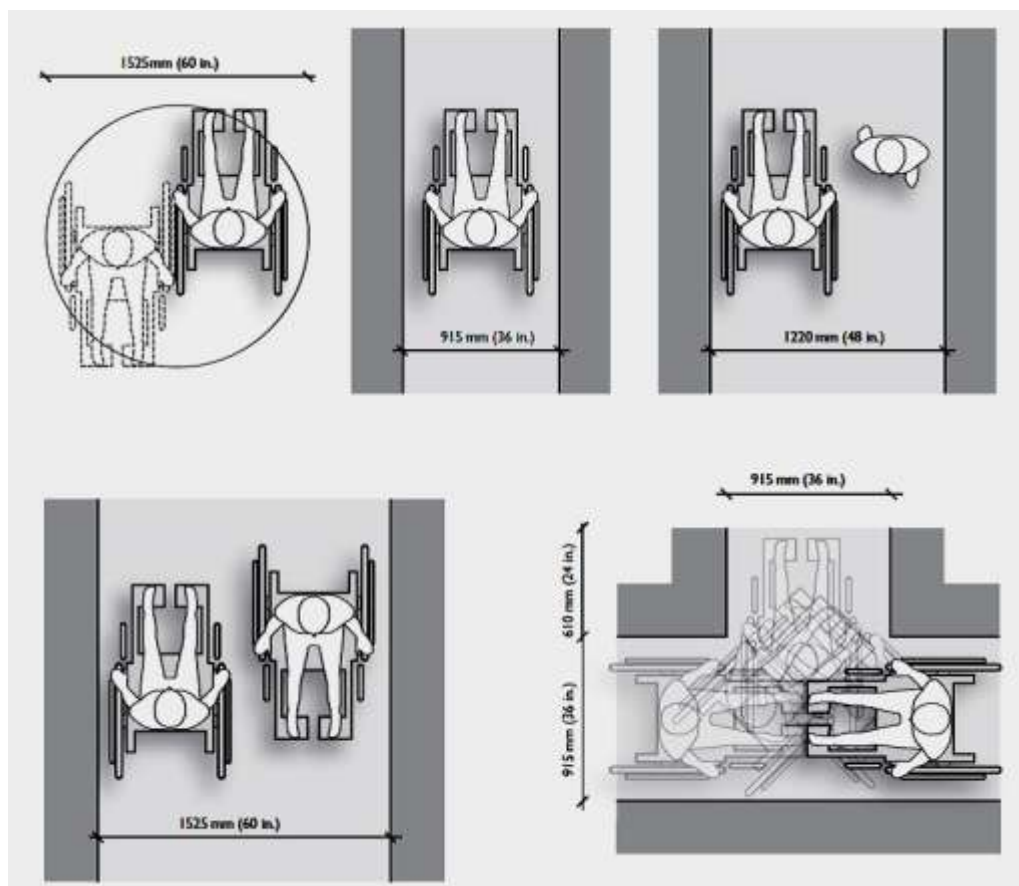
Gambar 3.7. Desain pintu darurat



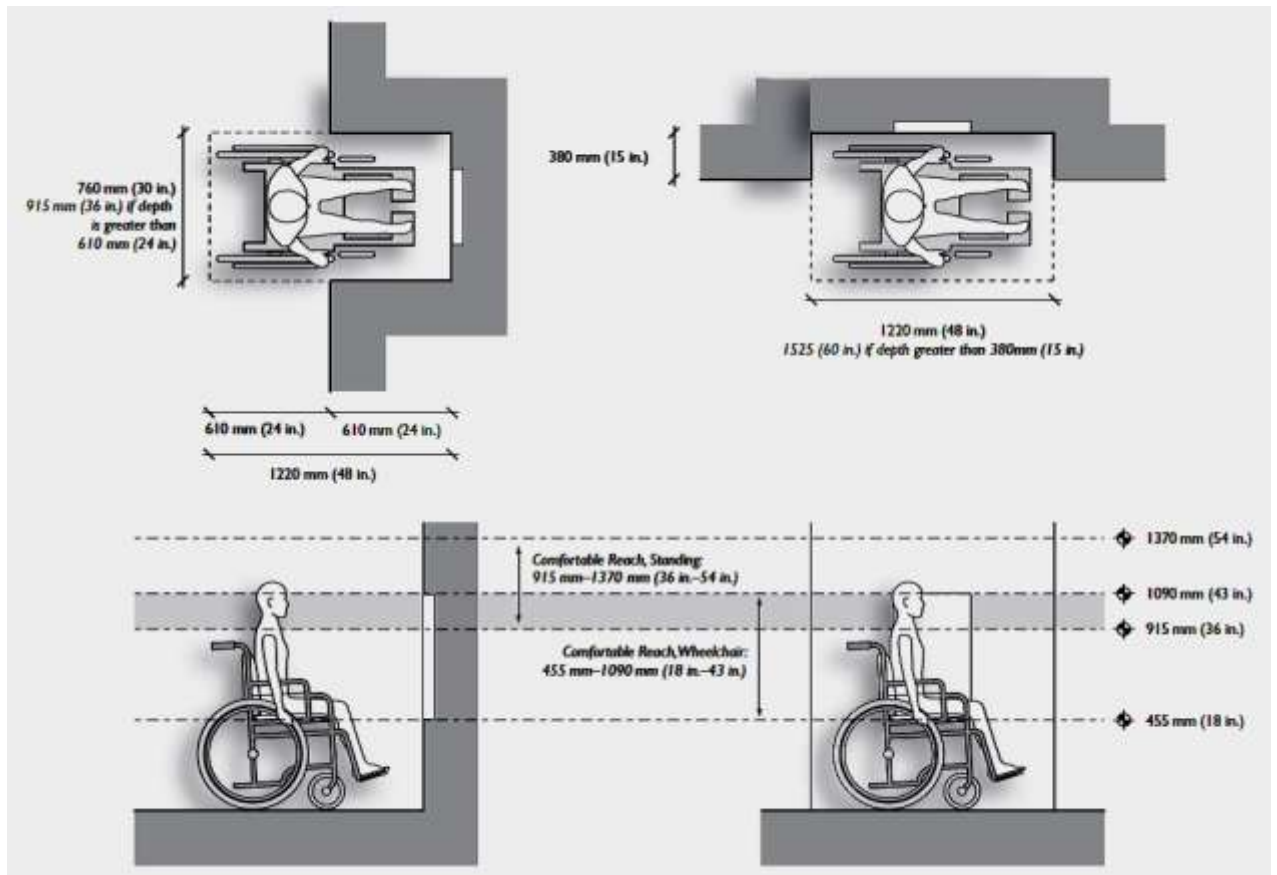
Gambar 3.8. Tangga darurat sebagai elemen arsitektural. Renzo Piano's Debis Building di Berlin menggunakan tangga darurat untuk memperkuat artikulasi fasade bangunan.

B. Aksesibilitas

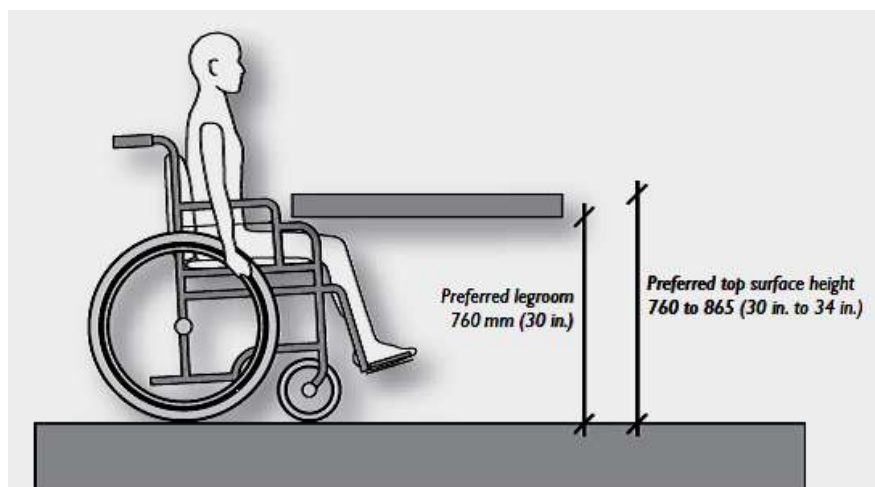
Kepedulian terhadap para penghuni atau pemakai bangunan yang memiliki kemampuan berbeda (*difference ability*), harus menjadi bagian inheren dalam desain arsitektur, khususnya pada bangunan-bangunan publik. Oleh sebab itu, kemudahan dalam aksesibilitas bangunan bagi para pemakai tersebut, harus menjadi bahan pertimbangan utama.



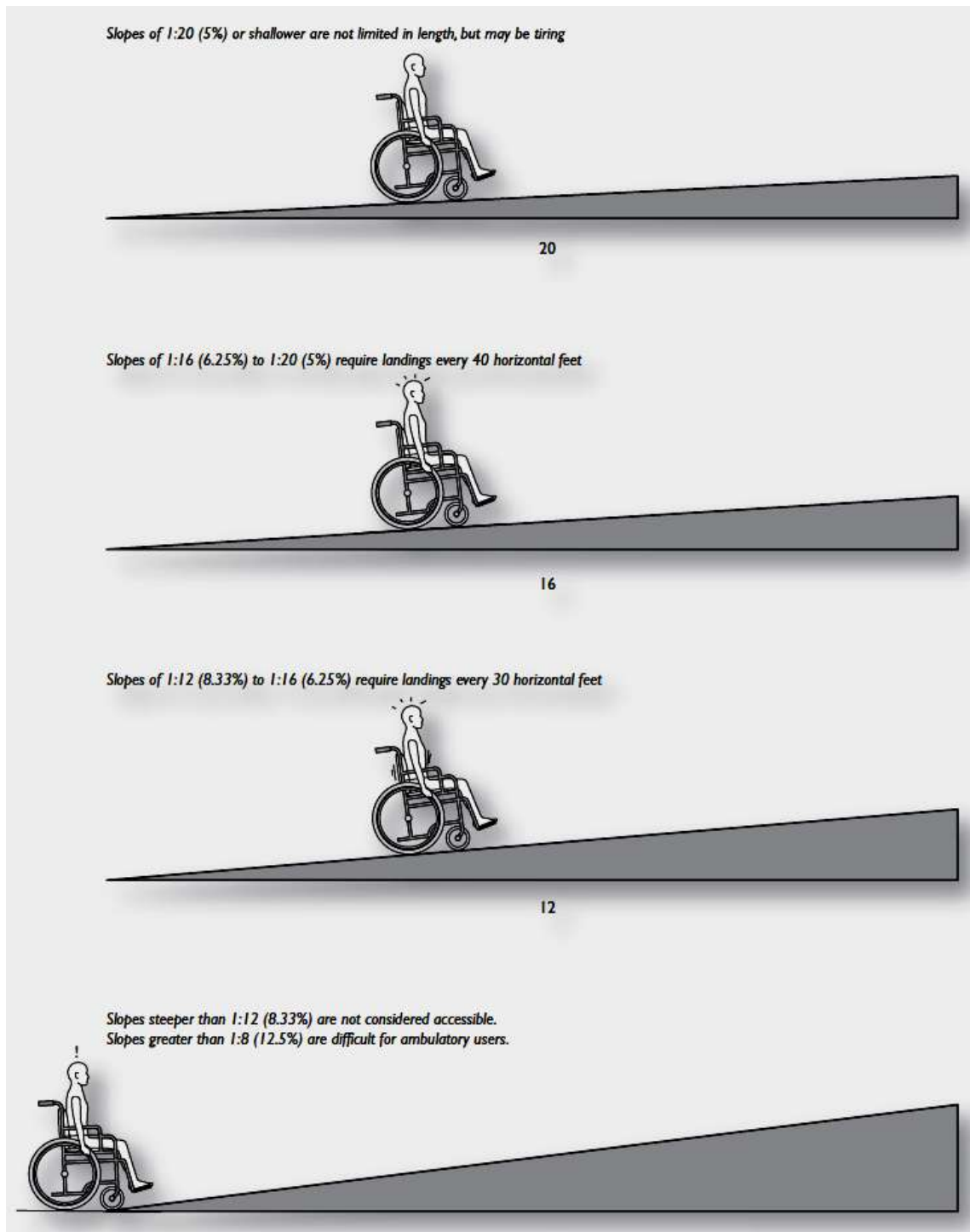
Gambar 3.9. Ukuran dasar untuk perancangan sirkulasi bagi pemakai kursi roda



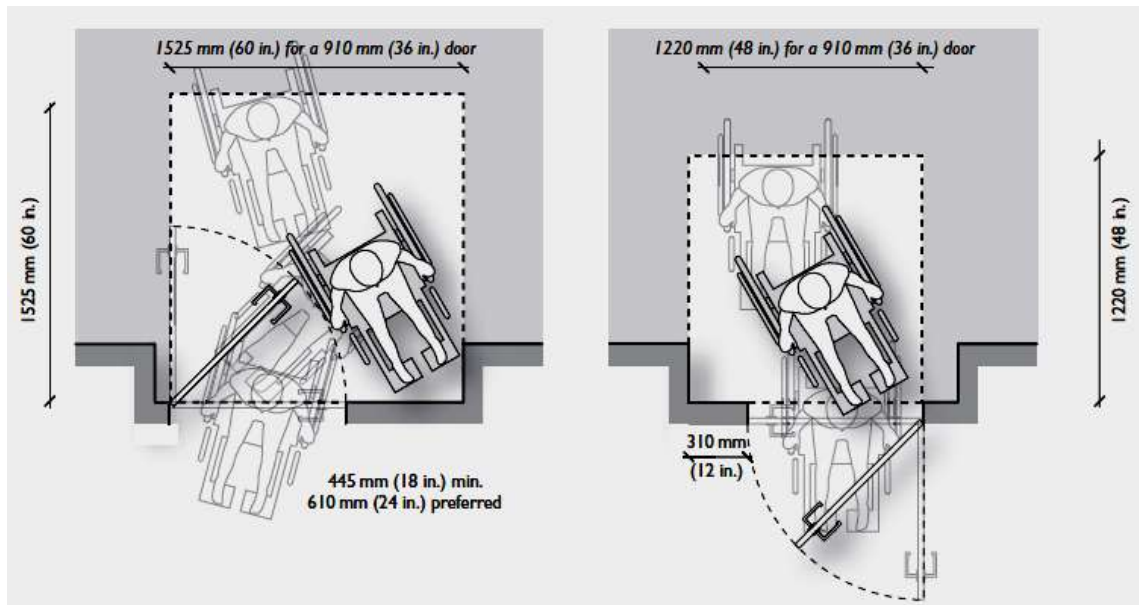
Gambar 3.10. Rancangan dimensi dan perletakan lemari atau sesuatu dimana pemakai kursi roda dapat dengan mudah mengambil/mencapai dari bagian depan atau samping.



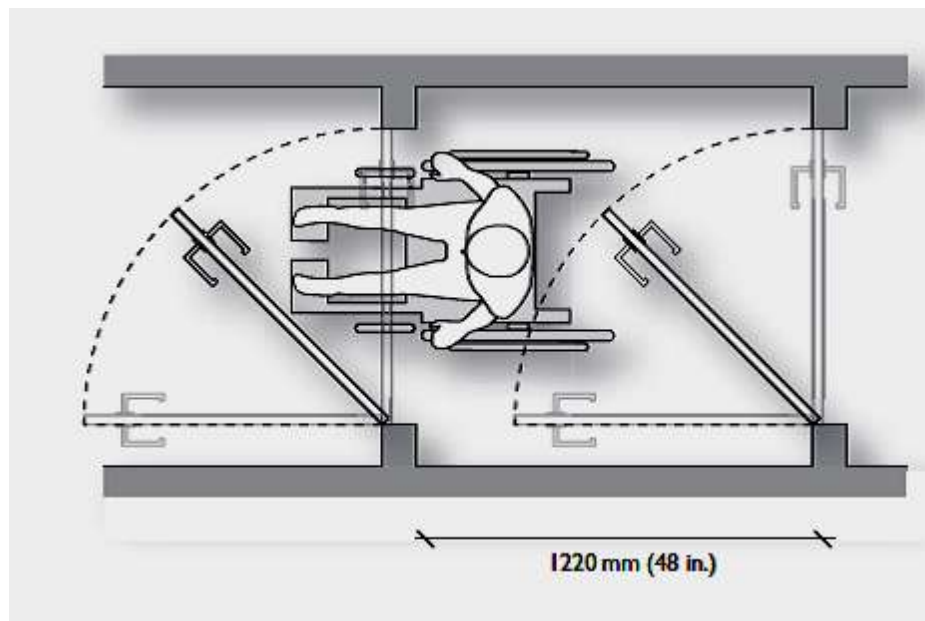
Gambar 3.11. Perletakan konter/meja/lavatory/wastafel yang mudah dijangkau oleh pemakai kursi roda



Gambar 3.12. Kemiringan ramp yang disarankan. Kemiringan lebih 1:20 lebih sulit untuk dilalui. Kemiringan kurang dari 1:12 tidak disarankan.



Gambar 3.13. Persyaratan pintu untuk pemakai kursi roda

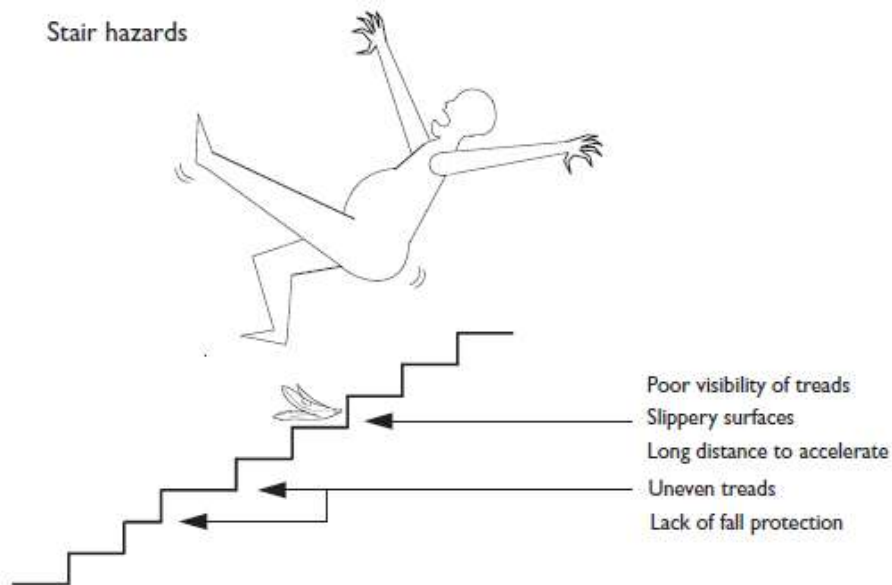


Gambar 3.14. Persyaratan untuk pintu yang letaknya berurutan

C. Tangga

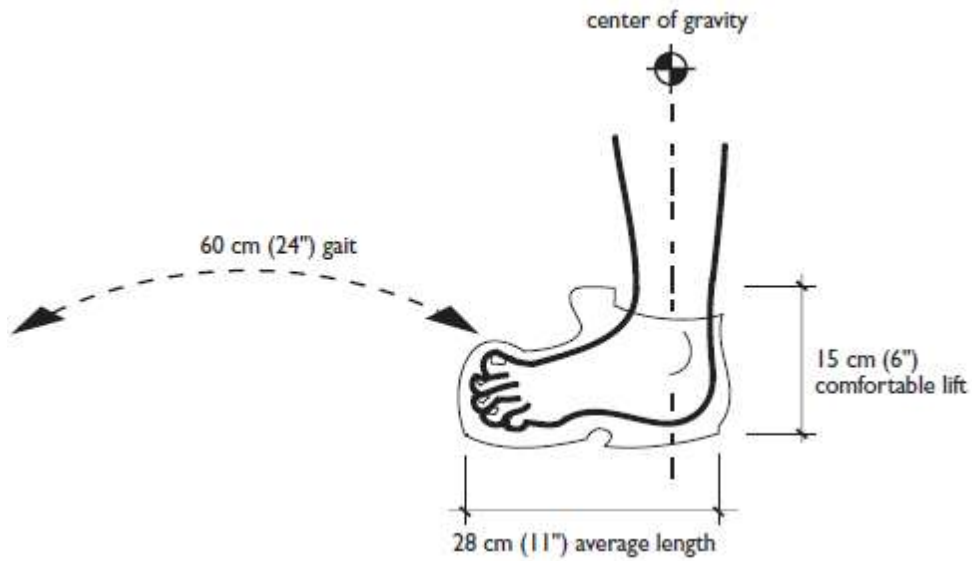
Rancangan sirkulasi vertikal adalah bagian yang sangat penting dalam perancangan bangunan bertingkat. Inti berfungsinya suatu bangunan bertingkat, ditandai dengan tertatanya jalur dan arus sirkulasi vertikal.

Salahsatu sarana atau komponen bangunan yang mewadahi aktivitas sirkulasi vertikal adalah tangga. Setiap tahun banyak kecelakaan terjadi pada saat menaiki tangga, yang disebabkan oleh desain yang tidak nyaman atau membahayakan. Di Amerika lebih dari 1000 kecelakaan terjadi dalam penggunaan tangga.



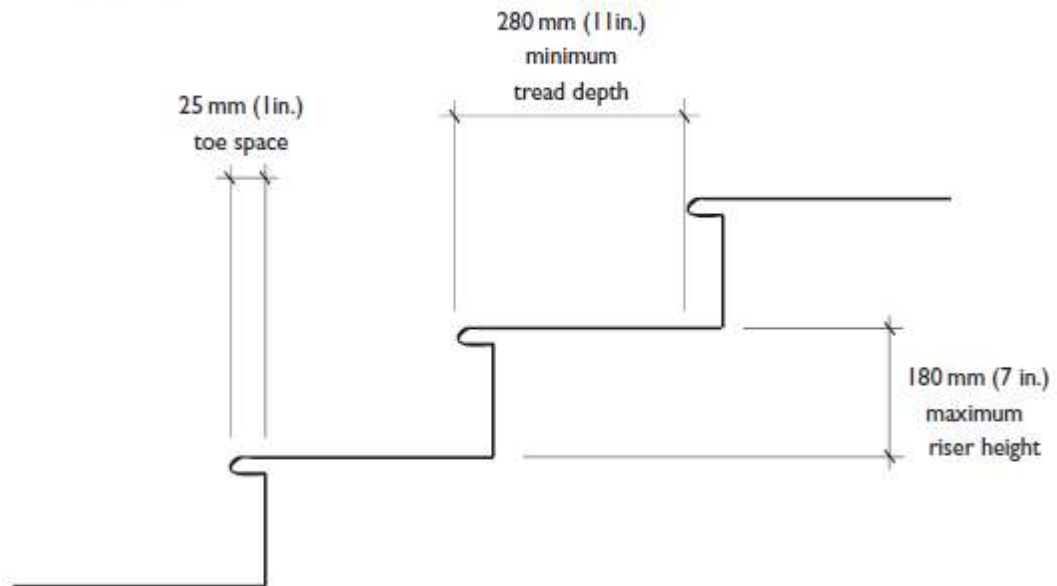
Gambar 3.15. Tangga seringkali merupakan komponen yang membahayakan dalam bangunan akibat kekeliruan dalam desain.

Untuk itu, rancangan tangga perlu memperhatikan aspek antropometri, ruang gerak, dan kapasitas pemakai, serta bentuk, konstruksi, dan material.

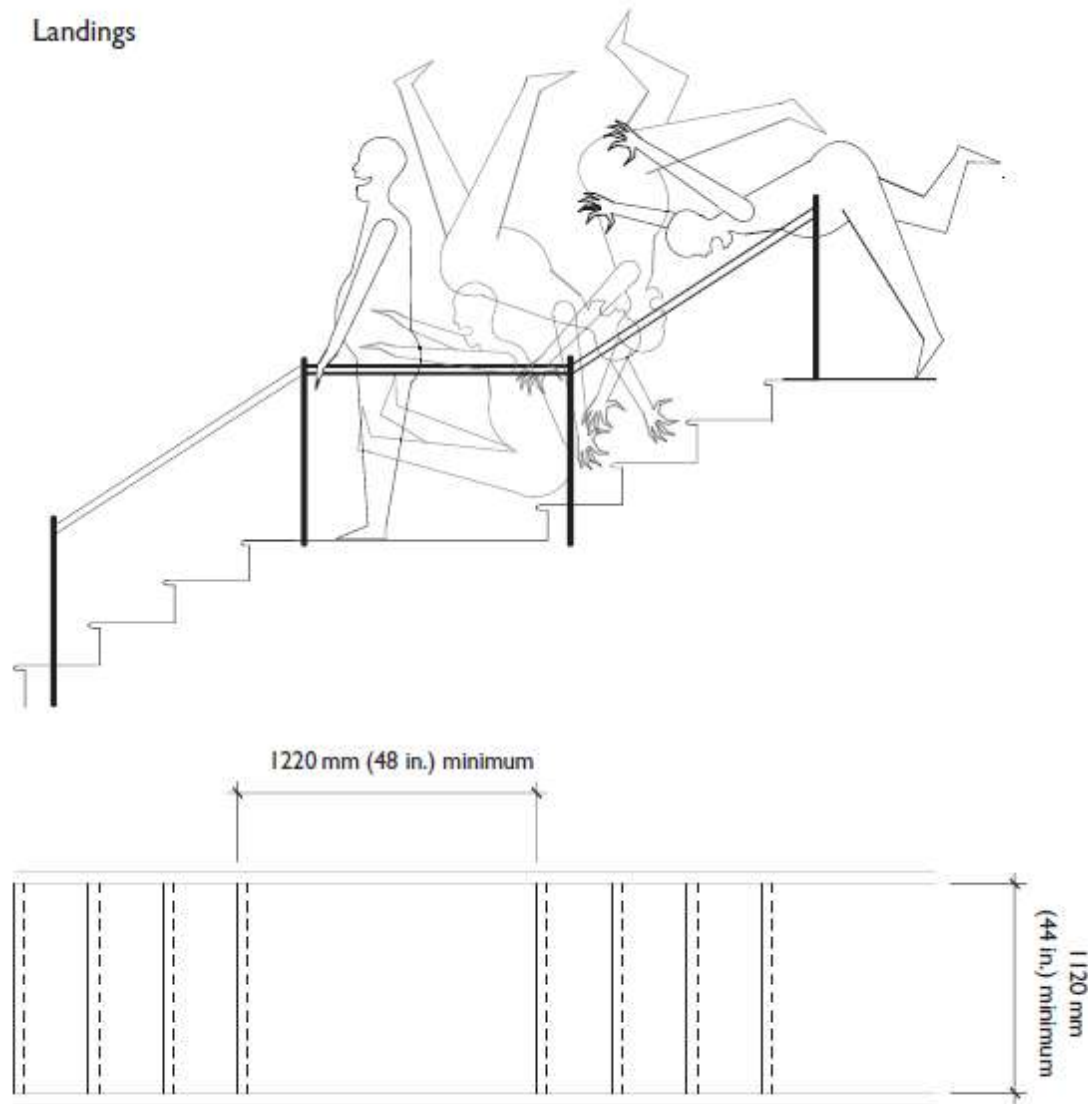


Gambar 3.16. Basis perancangan tangga bermula dari ukuran dan langkah kaki manusia

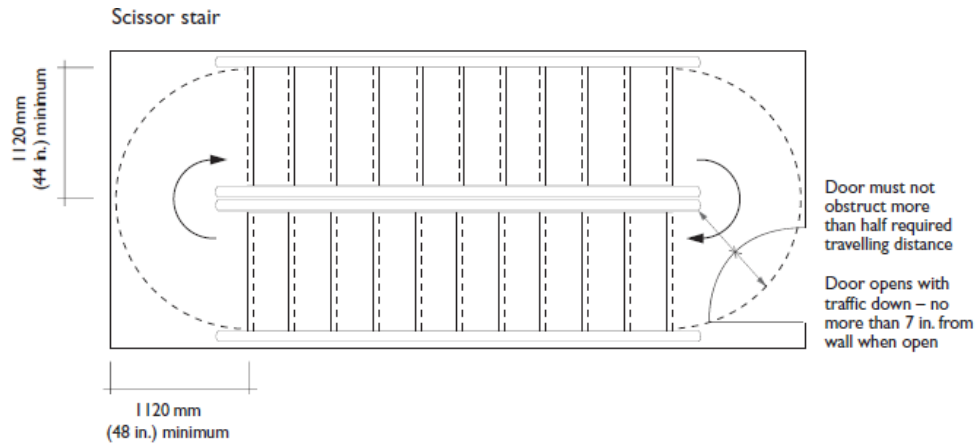
Stair dimensions



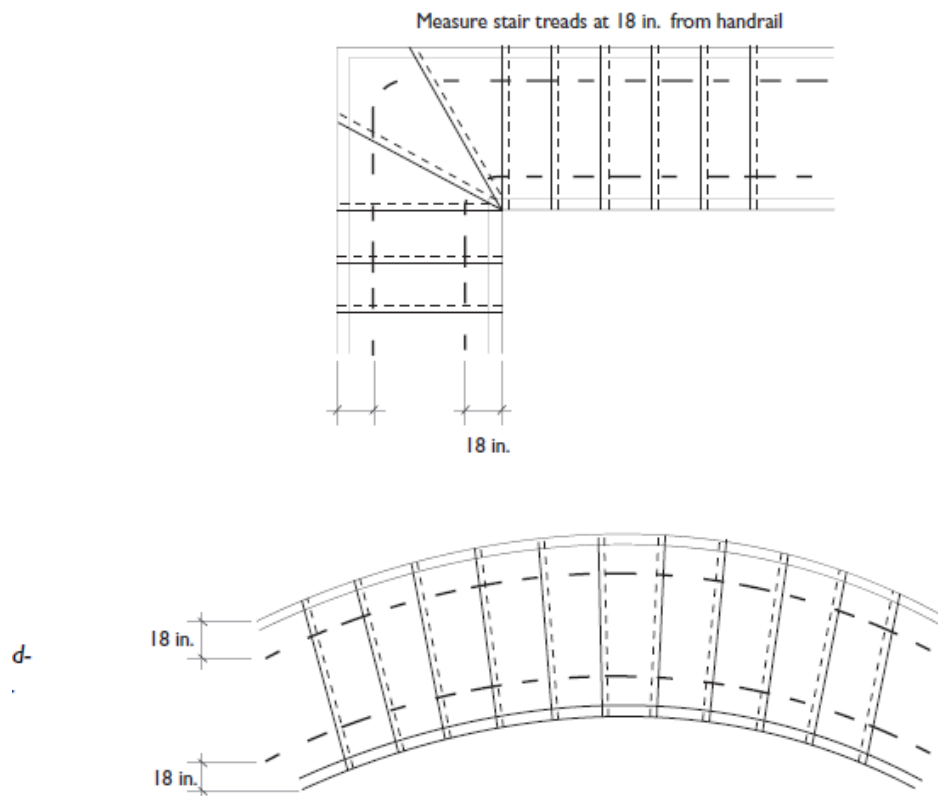
Gambar 3.17. Dimensi anak tangga yang mempertimbangkan kenyamanan bentuk panjang dan langkah kaki



Gambar 3.18. Tangga dengan daerah bordes. Ukuran bordes harus dirancang untuk melindungi pemakai jika terjadi kecelakaan/jatuh.

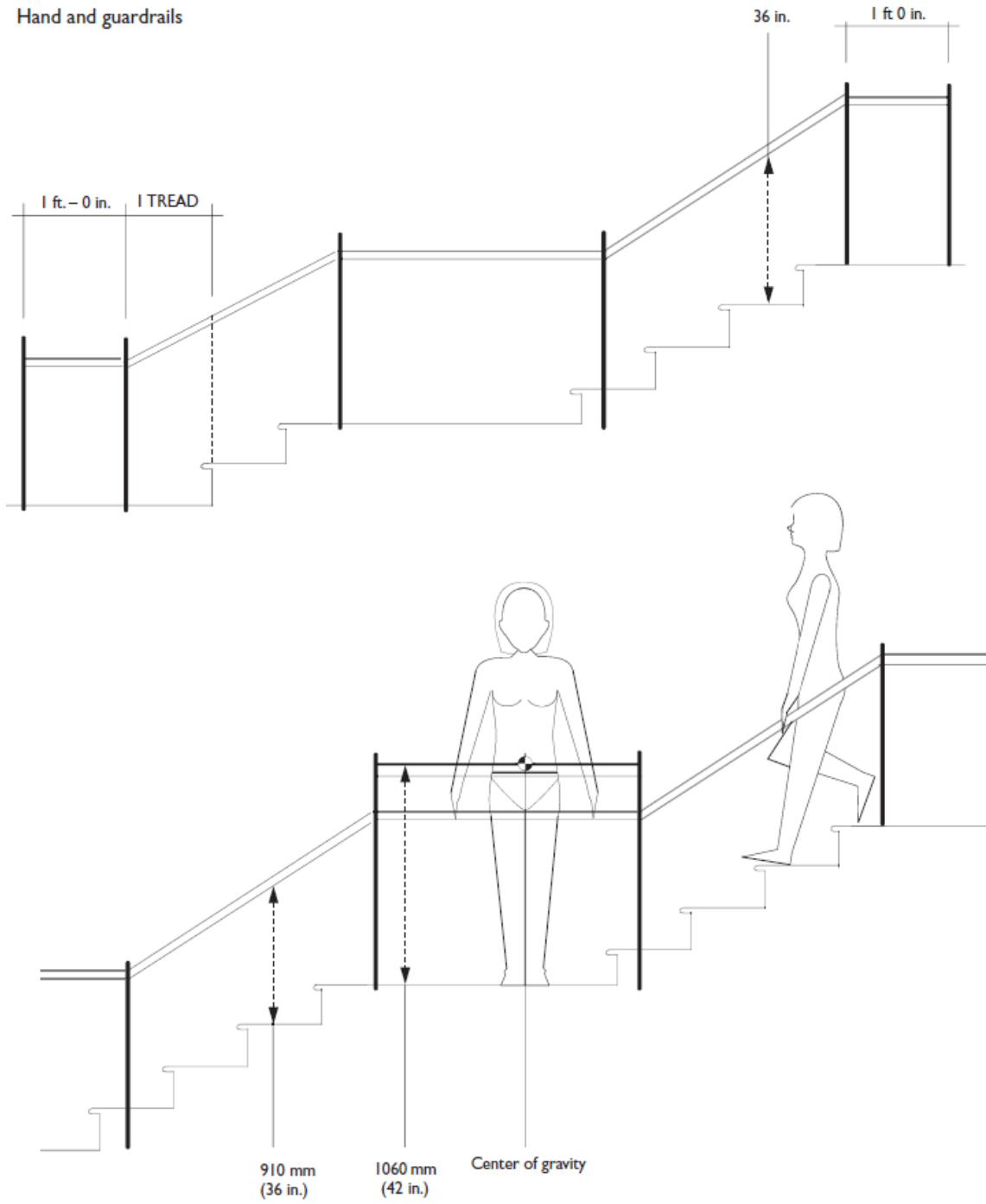


Curved and winding stairs

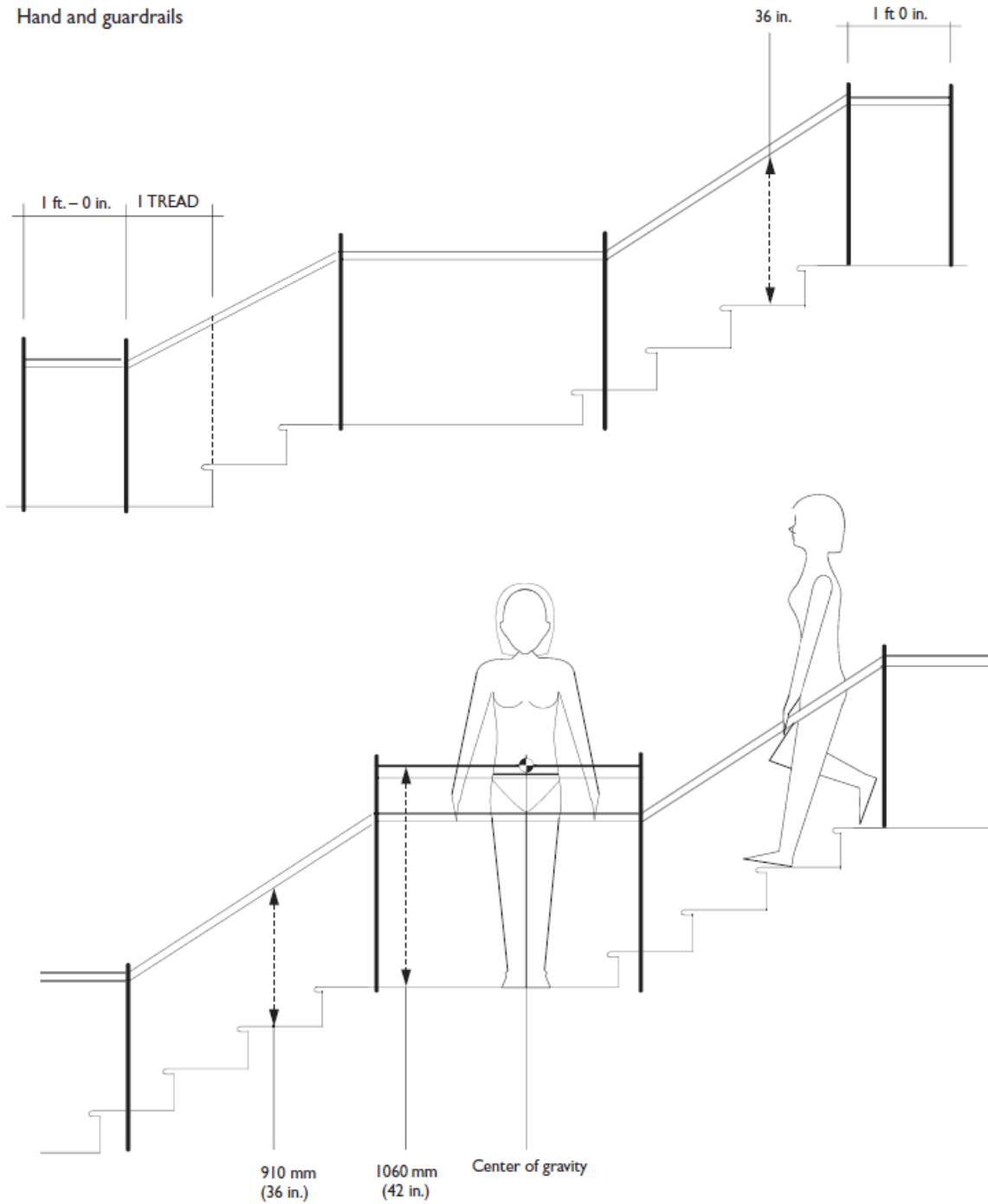


Gambar 3.19. Tangga dengan bentuk scissor, siku, dan lengkung dirancang hanya untuk kapasitas atau volume lalu lintas pemakai rendah, dengan mempertimbangkan kenyamanan langkah kaki dan jarak yang aman terhadap pegangan (*handrails*).

Hand and guardrails

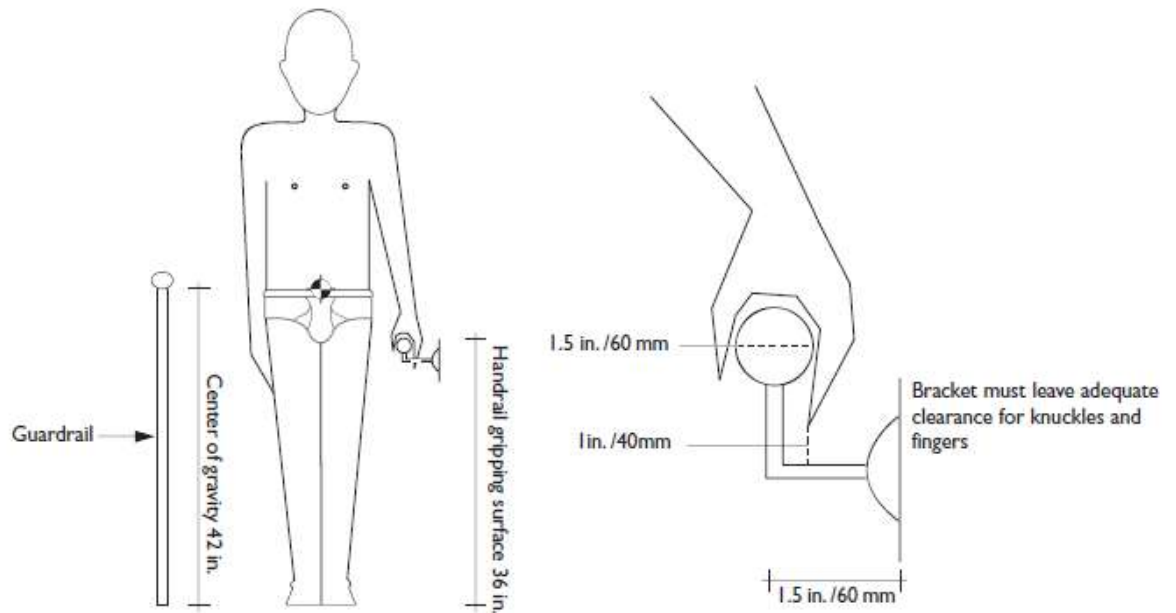


Hand and guardrails



Gambar 2.20. Desain handrail dan guardrail dengan bentuk, material, dan konstruksi yang harus dapat melindungi pemakai dari kecelakaan.

Handrails and guardrails



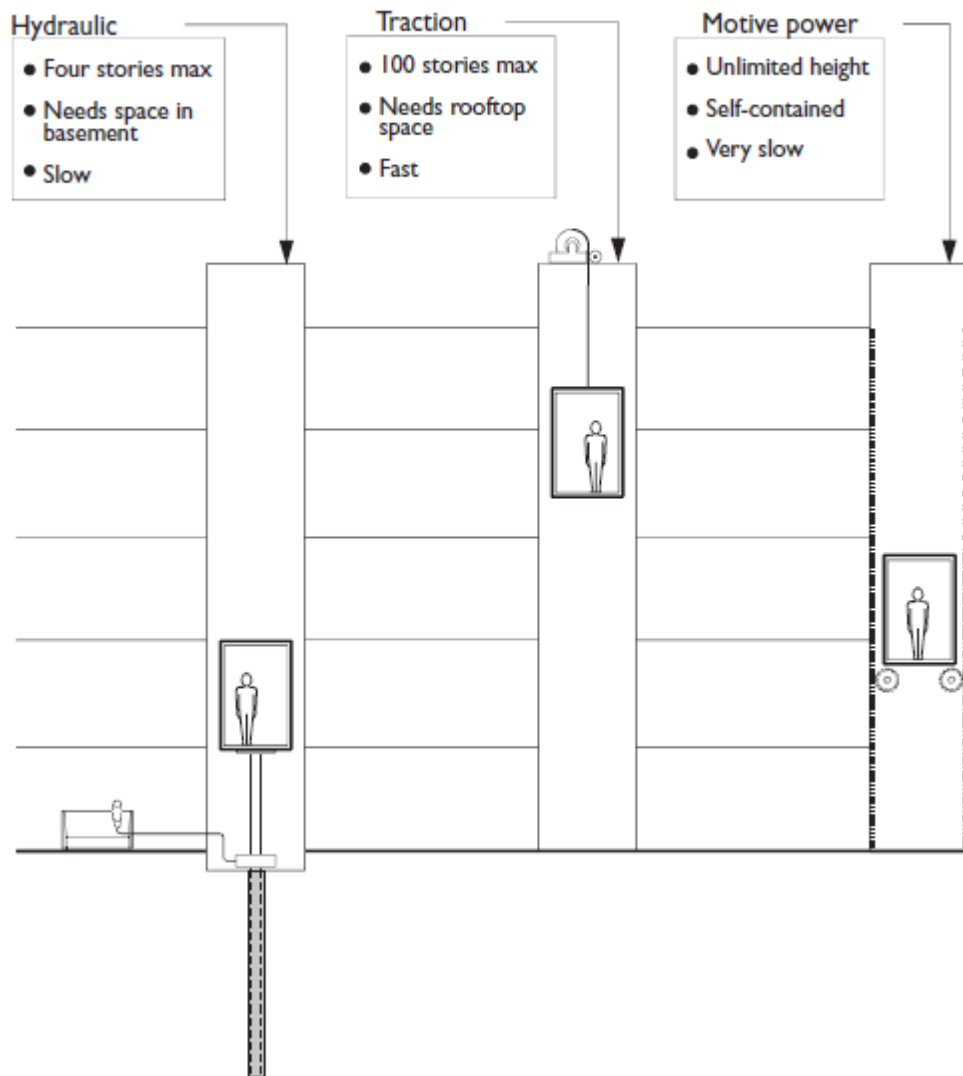
Gambar 2.21. Bentuk dan konstruksi handrail serta guardrail yang nyaman sesuai ukuran tubuh dan gerak pemakai

D. Elevator

Dengan kemajuan perkembangan teknologi, sejak ditemukannya teknologi elevator/lift pada tahun 1880-an, tangga tidak lagi digunakan sebagai sarana sirkulasi utama, terutama untuk bangunan-bangunan di atas lima lantai. Penggunaan tangga, lebih banyak dipakai untuk kepentingan darurat.

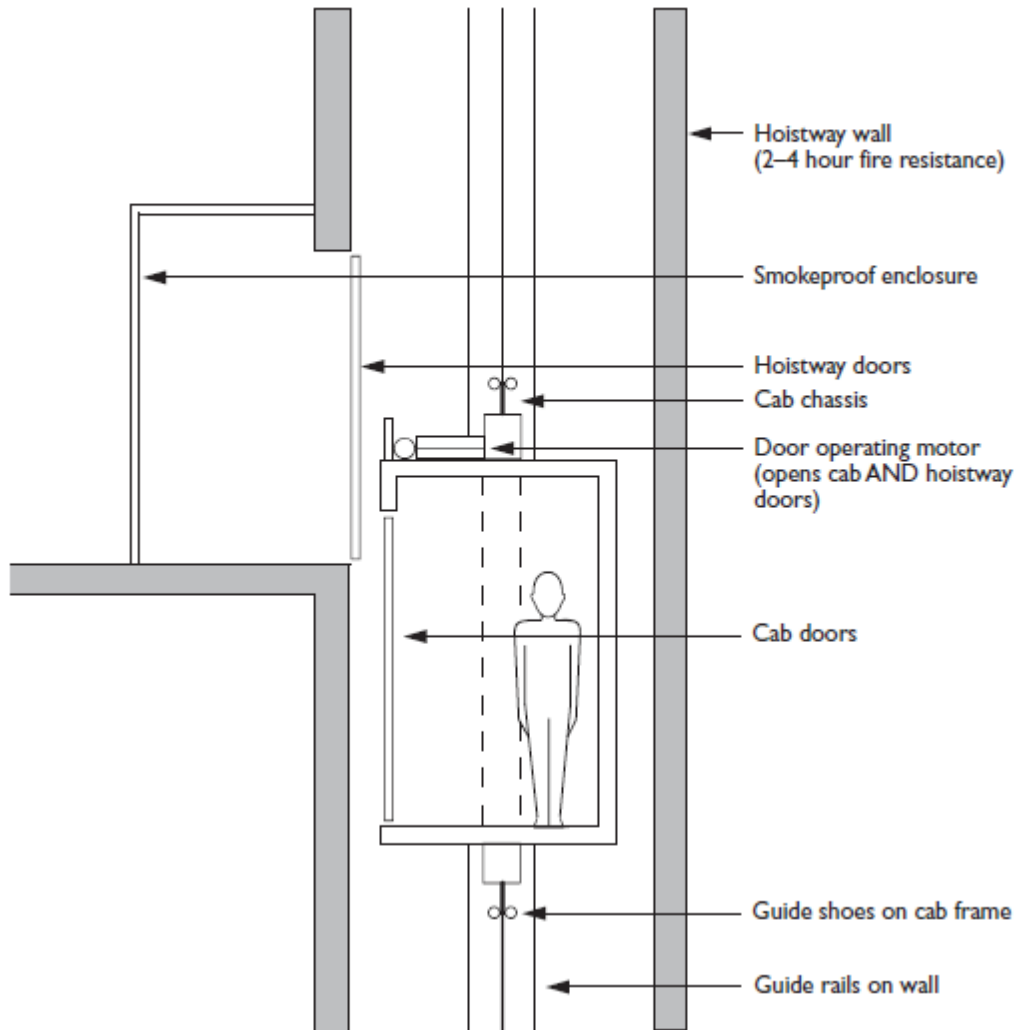
Elevator, dengan demikian menjadi sarana utama untuk sirkulasi vertikal, terutama untuk fungsi bangunan yang mengutamakan efisiensi ruang. Berbeda dengan escalator yang membutuhkan ruang yang lebih luas.

Elevator types



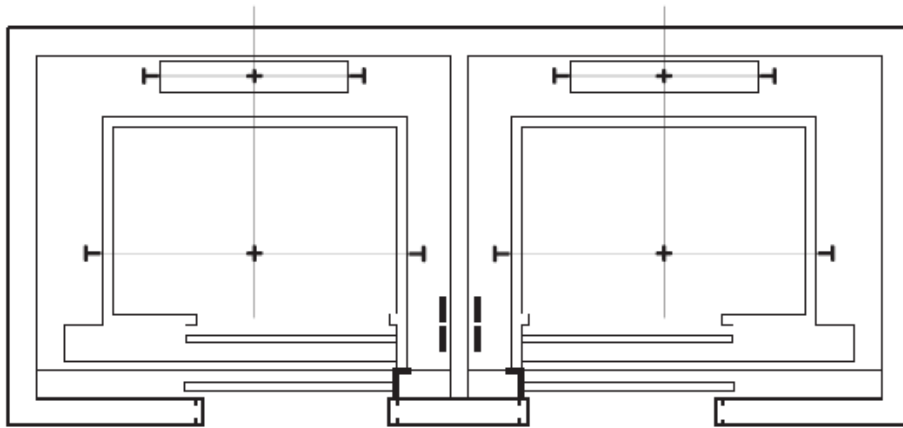
Gambar 2.22. Tiga type lift dengan karakteristik yang berbeda.

Elevator anatomy



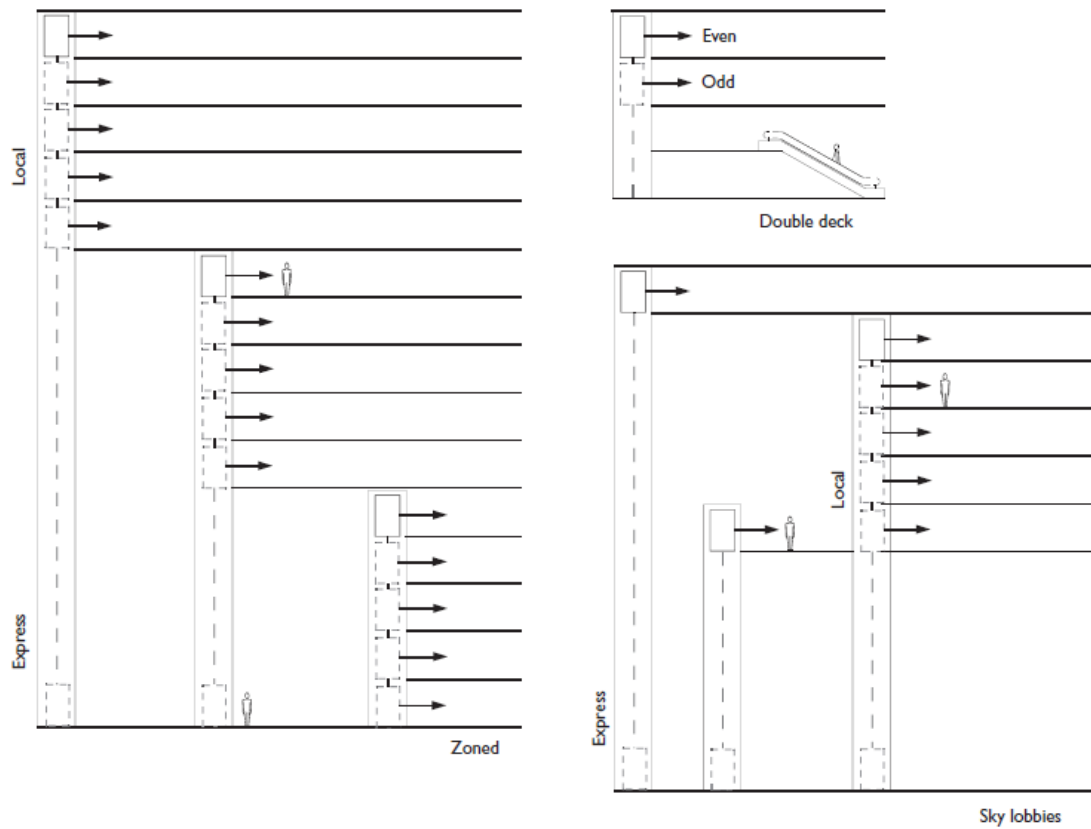
Gambar 3.23. Lift memiliki system mekanikal yang rumit. Namun secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut: Kotak/bungkus/cab lift didukung oleh chassis yang biasanya terbuat dari baja, yang dihubungkan dengan system penggerak seperti kabel, piston, dan motor. Chassis juga terhubung dengan jalur rel untuk gerakan naik turun lift.

Electric passenger elevators



Gambar 3.24. Denah elevator yang memperlihatkan cab, rel, dan pintu

Elevator banks

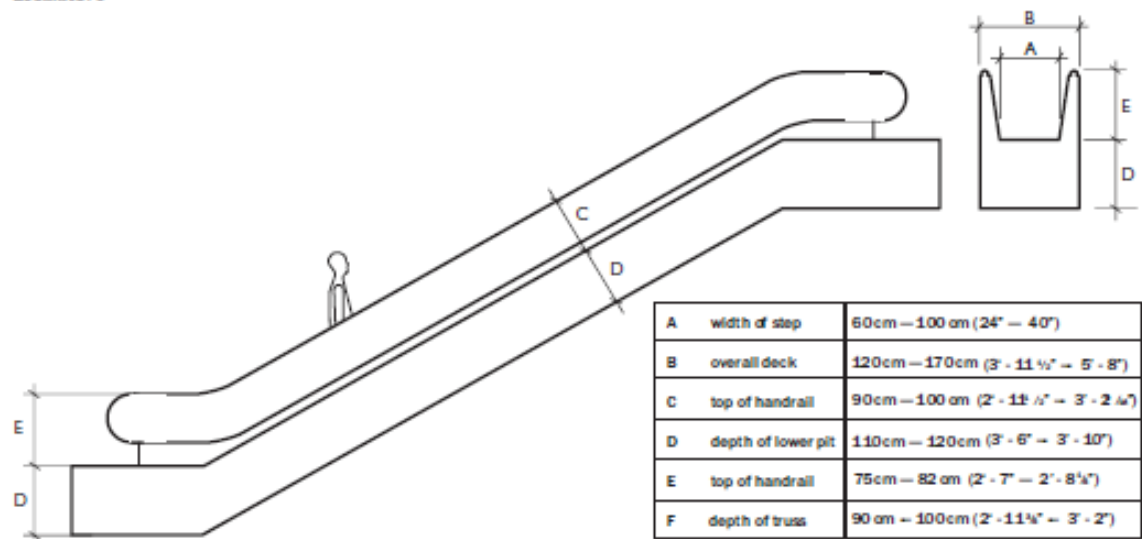


Gambar 3.25 Strategi penggunaan lift untuk efisiensi penggunaan energi, khususnya untuk bangunan lebih dari 20 lantai.

E. Escalator

Escalator umumnya digunakan pada bangunan tinggi pada level *low rise* atau *medium rise*, disertai penggunaan pedestrian dengan kapasitas tinggi, misalnya bangunan Mal. Mal memerlukan sarana sirkulasi vertikal yang sekaligus menjadi sarana visual yang berkesinambungan.

Escalators



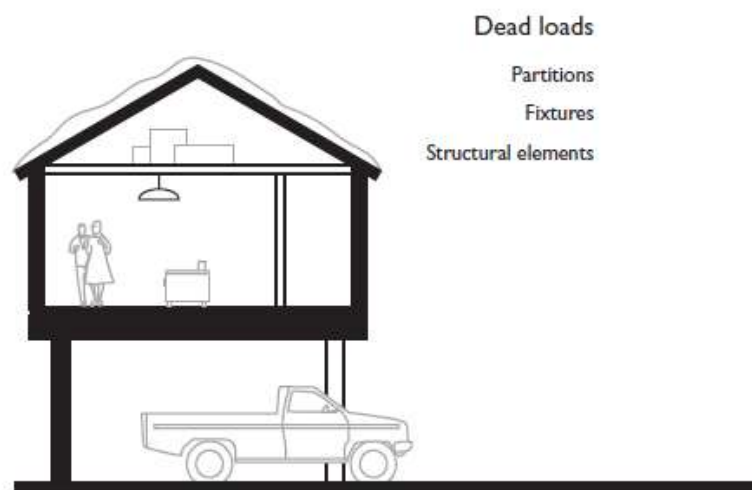
Gambar 3.26. Bentuk dan ukuran escalator

BAB IV. RANCANGAN STRUKTUR

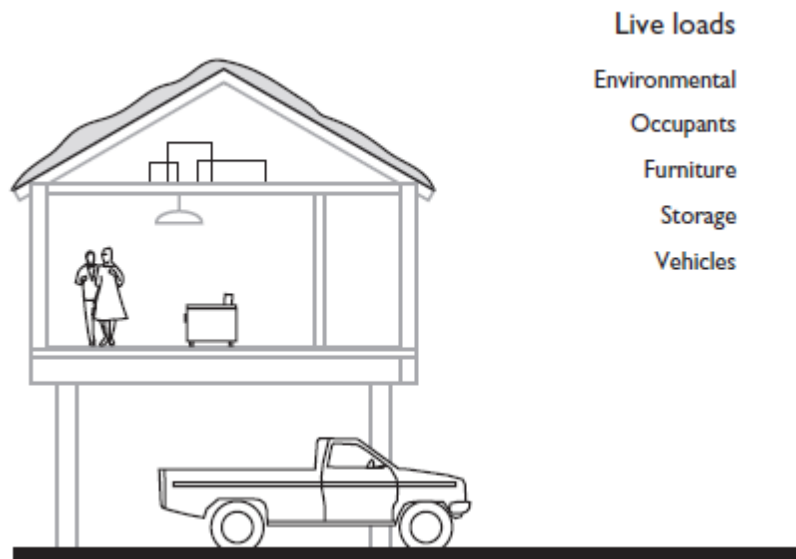
Menurut Vitruvius, seorang filsuf dan arsitek Yunani, arsitektur pada dasarnya berfokus pada tiga unsur utama: firmitas (kekuatan), venusitas (bentuk, keindahan, estetika), dan utilitas (fungsi, pelayanan). Trilogi ini menjadi dasar bagi perkembangan arsitektur selanjutnya. Betapapun berkembang dan bervariasi gaya, teknologi, material, dan ideologi arsitektur, tetap tidak mungkin meninggalkan tiga hal pokok tersebut.

Kekuatan dan kekokohan bangunan dibentuk oleh sistem struktur. Karena itu, arsitek dalam mengembangkan desain harus mempertimbangkan sistem struktur ini. Meskipun *structural engineering* sudah merupakan disiplin ilmu tersendiri, seorang arsitek tetap harus memahami prinsip-prinsip dasar struktur dalam mendesain, sementara perhitungan detail selanjutnya merupakan tanggungjawab perancang struktur.

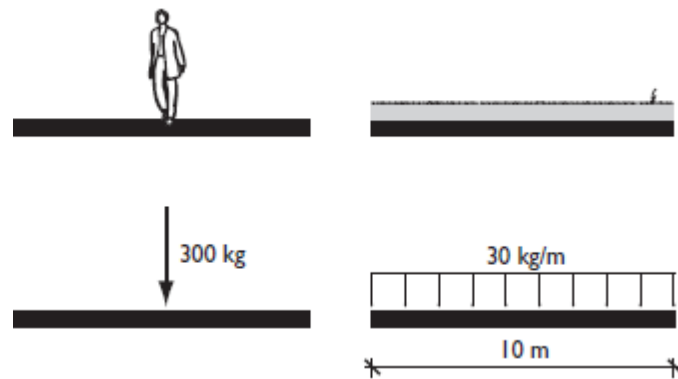
Sistem struktur dan konstruksi dirancang untuk dapat menahan dan menyalurkan beban ke dalam tanah. Beban itu sendiri terdiri dari beban mati dan beban hidup. Beban mati adalah beban yang bersifat permanen termasuk berat beban sendiri dari material struktur. Beban mati adalah beban yang bergerak atau bersifat sementara seperti beban orang, kendaraan, furnitur, dan lain lain. Beban mati dan beban hidup ini diklasifikasikan menjadu dua jenis, yaitu beban terpusat pada satu titik dan beban terdistribusi (menyebar).



Gambar 4.1. Beban mati



Gambar 4.2. Beban hidup



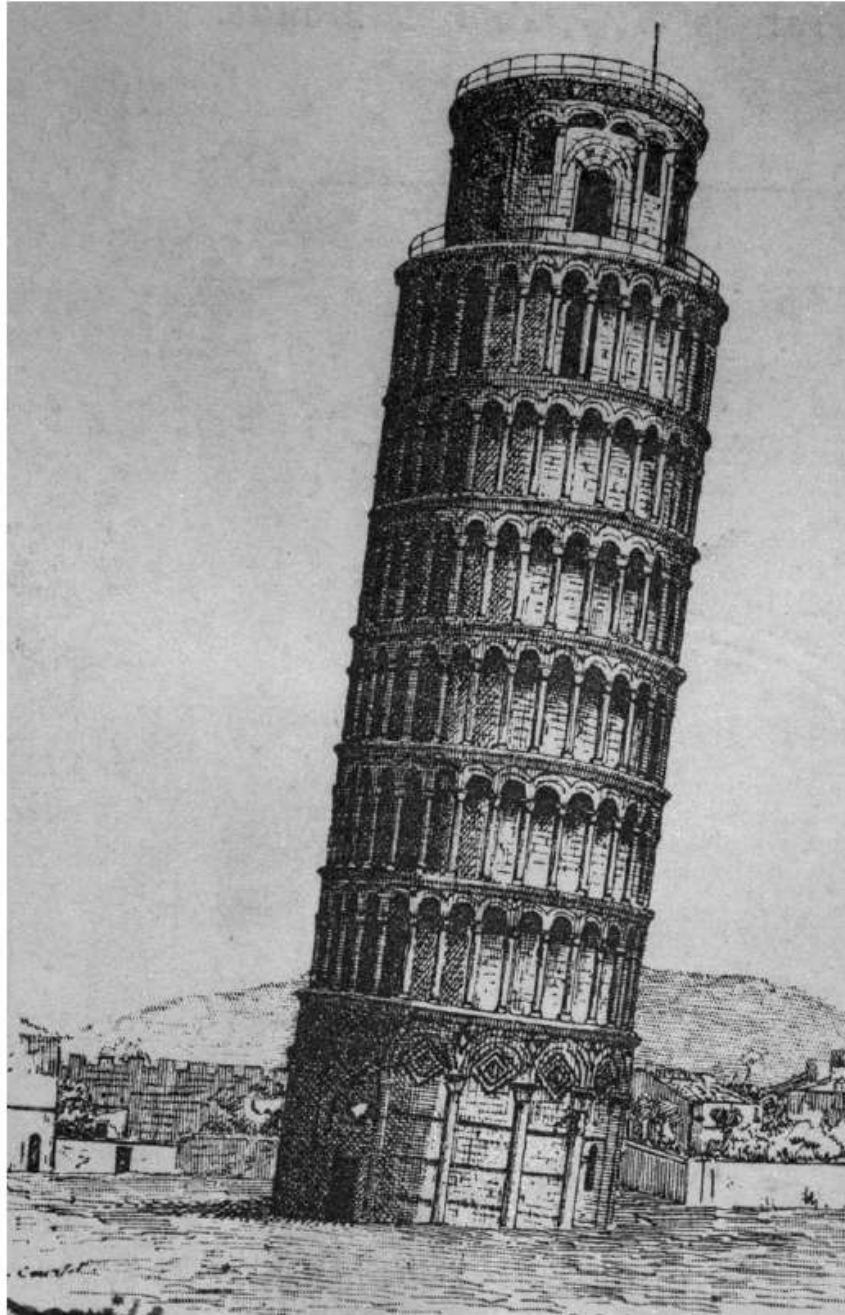
Gambar 4.3. Beban terpusat dan terdistribusi

Dalam rangka menahan dan menyalurkan beban tersebut, sistem struktur bangunan secara umum harus memenuhi empat syarat utama: Strength, stiffness, stability, synergy. Strength berarti struktur harus memiliki kekuatan untuk menjaga agar tidak patah/terputus. Stiffness dalam arti harus kaku/rigid untuk menjaga tidak ada deformasi (perubahan bentuk). Stability atau memiliki kestabilan untuk mencegah dari kejatuhan. Synergy artinya terintegrasi antar unsur konstruksi dan material, misalnya pada konstruksi komposit yang menggunakan beam baja dibungkus beton atau kayu.

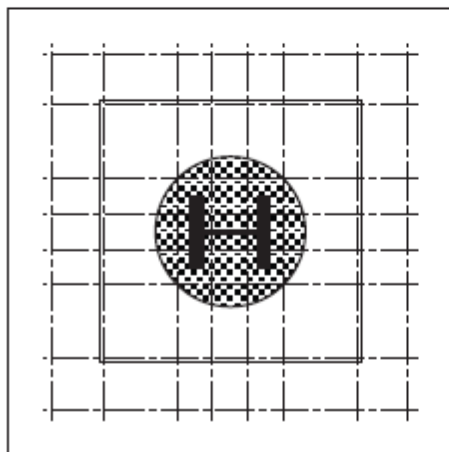
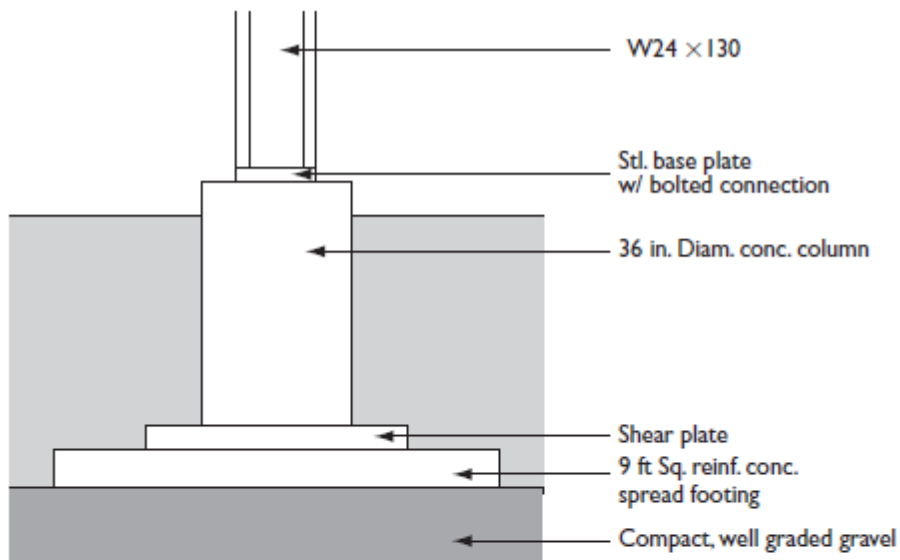
Sistem struktur pada bangunan bertingkat terdiri atas dua bagian: *substructure* berupa pondasi dan atau basement; *upperstructure* berupa sistem rangka/kolom dan balok, dinding geser (shear wall), lantai, core, dan atap.

A. Pondasi dan *Basement*

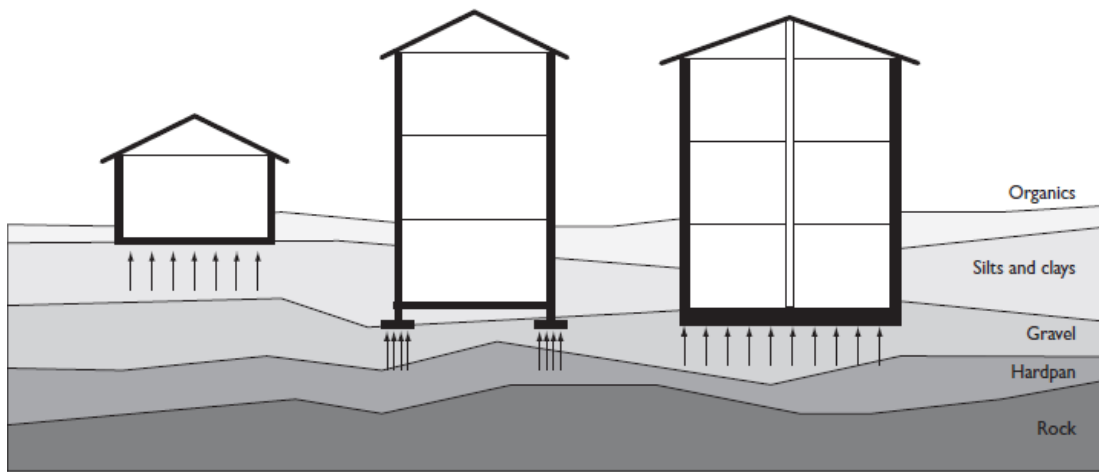
Substruktur yaitu pondasi termasuk juga dinding basement adalah elemen struktur yang dirancang untuk menyalurkan beban bangunan ke sekitar dan ke dalam tanah. Beban bangunan itu, bukan hanya menyangkut beban sendiri (beban mati), tetapi juga beban hidup dan beban akibat tekanan angin yang pada bangunan tinggi harus sangat diperhitungkan. Oleh sebab itu, desain pondasi untuk pertama-tama bergantung kepada hasil penyelidikan tentang kondisi tanah (geoteknik), yaitu mencakup jenis lapisan tanah dan kekuatan daya dukung. Disamping daya dukung tanah, desain pondasi juga harus memperhatikan jumlah lantai, fungsi bangunan yang mewadahi berbagai kegiatan, dan gerak aerodinamis akibat bentuk massa bangunan.



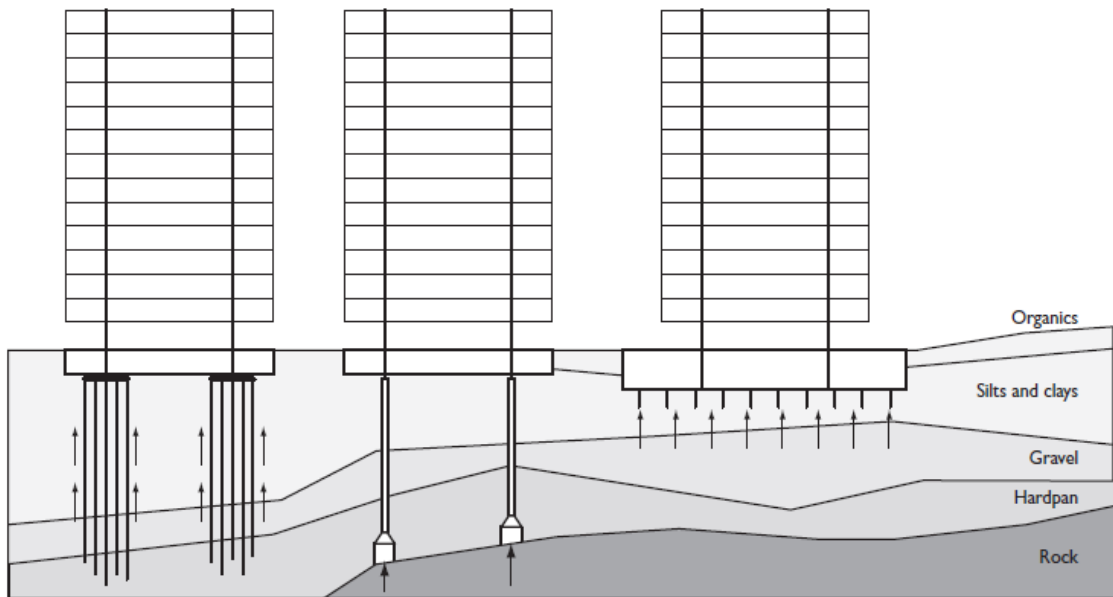
Gambar 4.4. Keajaiban atau kekeliruan dalam desain pondasi?



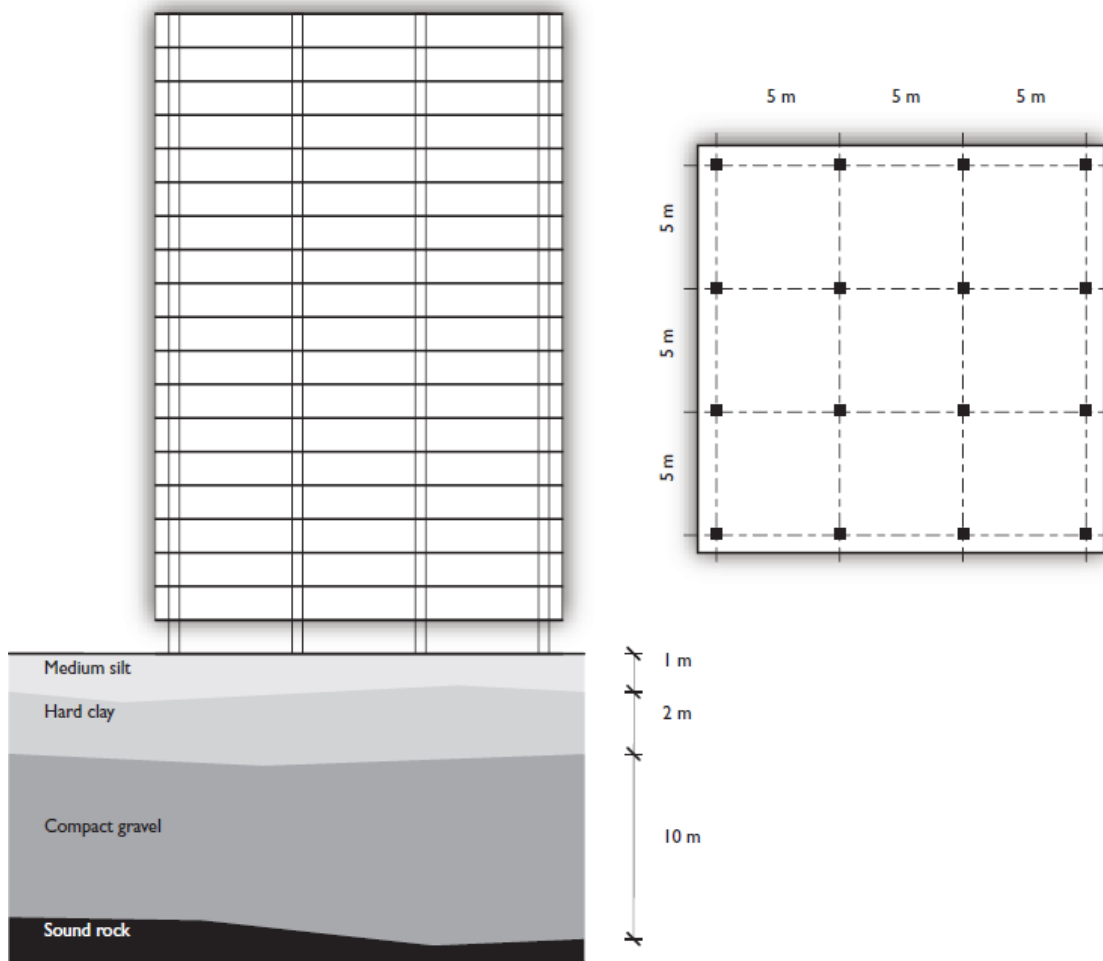
Gambar 4.5. Salahsatu type pondasi telapak dengan telapak yang lebar dan kepala kolom, untuk mengabsorpsi beban berat dan mencegah jatuhnya tiang.



Gambar 4.6. Tiga type pondasi yang simpel: pondasi slab/plat, telapak, dan pondasi slab dengan pelindung (*mat foundation*)



Gambar 4.7. Untuk bangunan dengan skala luas, besar, bertingkat banyak atau dengan kondisi tanah yang jelek, memerlukan type pondasi dengan teknik tinggi/rumit.



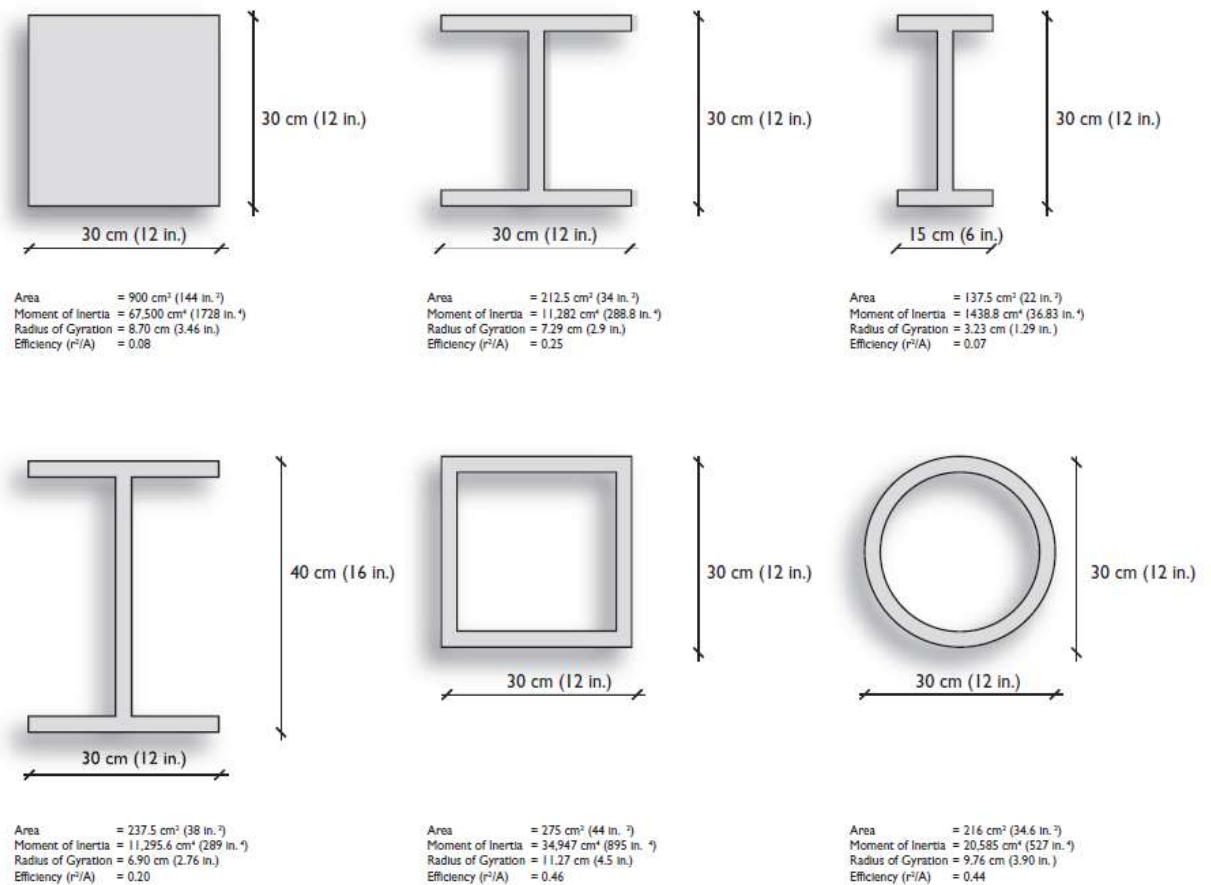
Gambar 4.8. Contoh perletakan pondasi

Basement adalah daerah bawah tanah yang biasanya dirancang sebagai daerah pelayanan (service), misalnya berupa area parkir dan lain sebagainya. Dinding basement yang berhubungan dengan tanah dan berfungsi sebagai “kulit” harus dirancang dengan kriteria sebagai berikut:

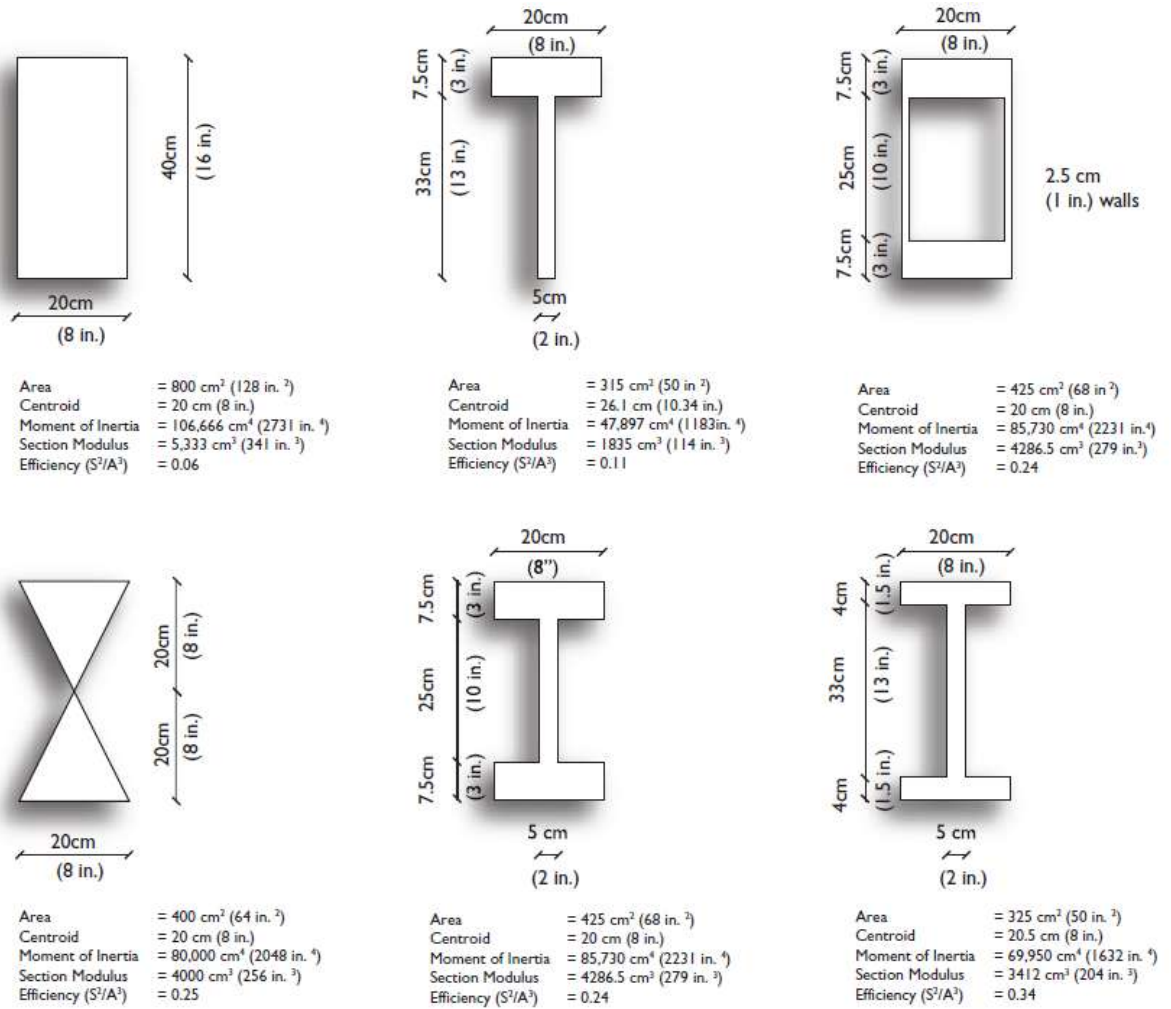
1. Dinding dirancang untuk membantu memperluas bidang bangunan yang terjepit oleh tanah
2. Dinding tersebut menambah kekuatan pada struktur utama dalam satu system yang terintegrasi
3. Dinding harus mampu menahan gaya yang timbul dari air tanah di sekitarnya.

B. Kolom dan Balok

Kolom adalah salahsatu komponen sangat vital sistem struktur. Kekeliruan dalam desain kolom akan berimplikasi secara langsung terhadap kehancuran seluruh bangunan dalam waktu yang bersamaan. Sekaitan dengan ini, ada empat factor yang harus dipertimbangkan dalam perancangan kolom, yaitu jenis dan kualitas material, bentuk, dimensi (rasio kelangsingan atau perbandingan antara panjang dengan lebar), dan hubungan pada ujung akhirnya dengan balok.



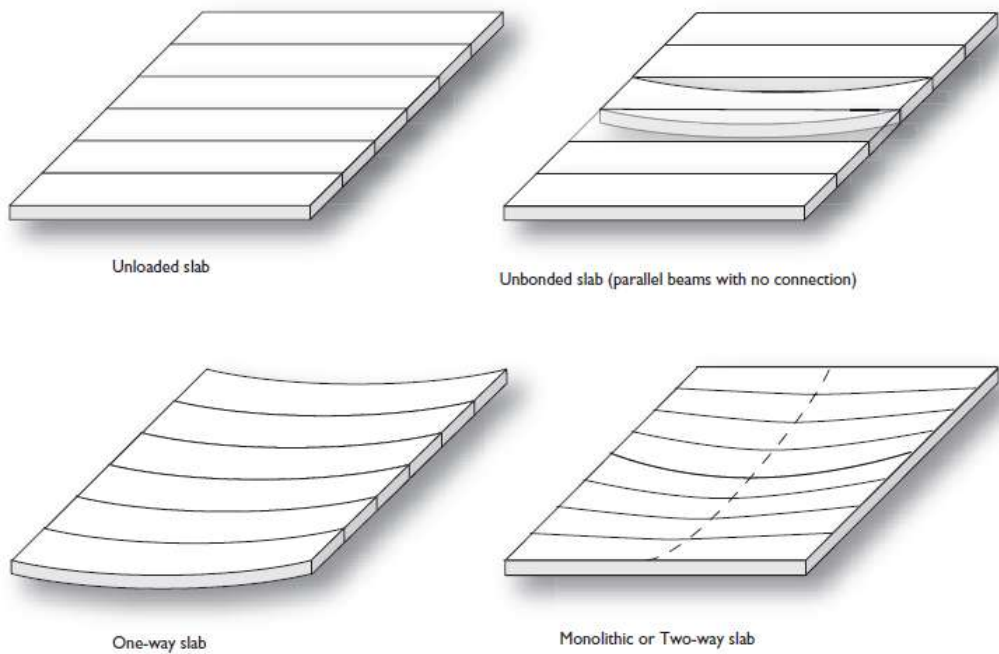
Gambar 4.9. Perbandingan berbagai bentuk kolom



Gambar 4.10. Perbandingan beberapa type kolom

C. Lantai

Berbicara kolom dan balok adalah berbicara tentang sistem struktur satu dimensi, sedangkan lantai yang berupa slab atau plat termasuk pada struktur dua dimensi.

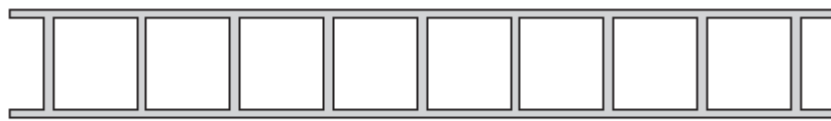


Gambar 4.11. Teori dasar plat/slab. Slab bekerja secara lebih efisien daripada balok (beam) karena bersifat monolitik. Ketika satu elemen bekerja di bawah standar, elemen di sekitarnya secara tidak langsung akan membantu meningkatkannya.

Slabs and plates



I-beam



is analogous to a "Hollow Slab" (difficult to build, inaccessible voids)

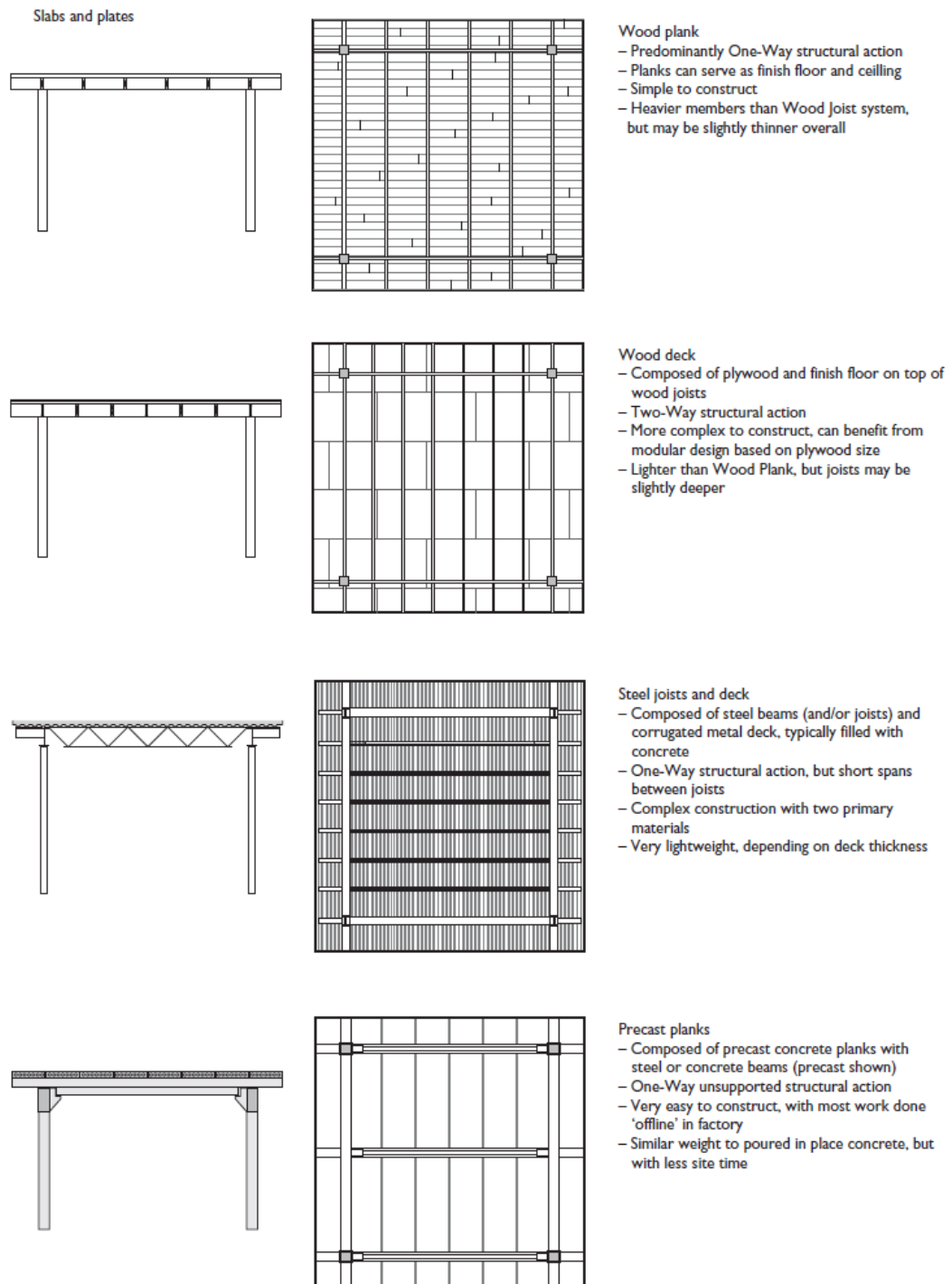


T-beam

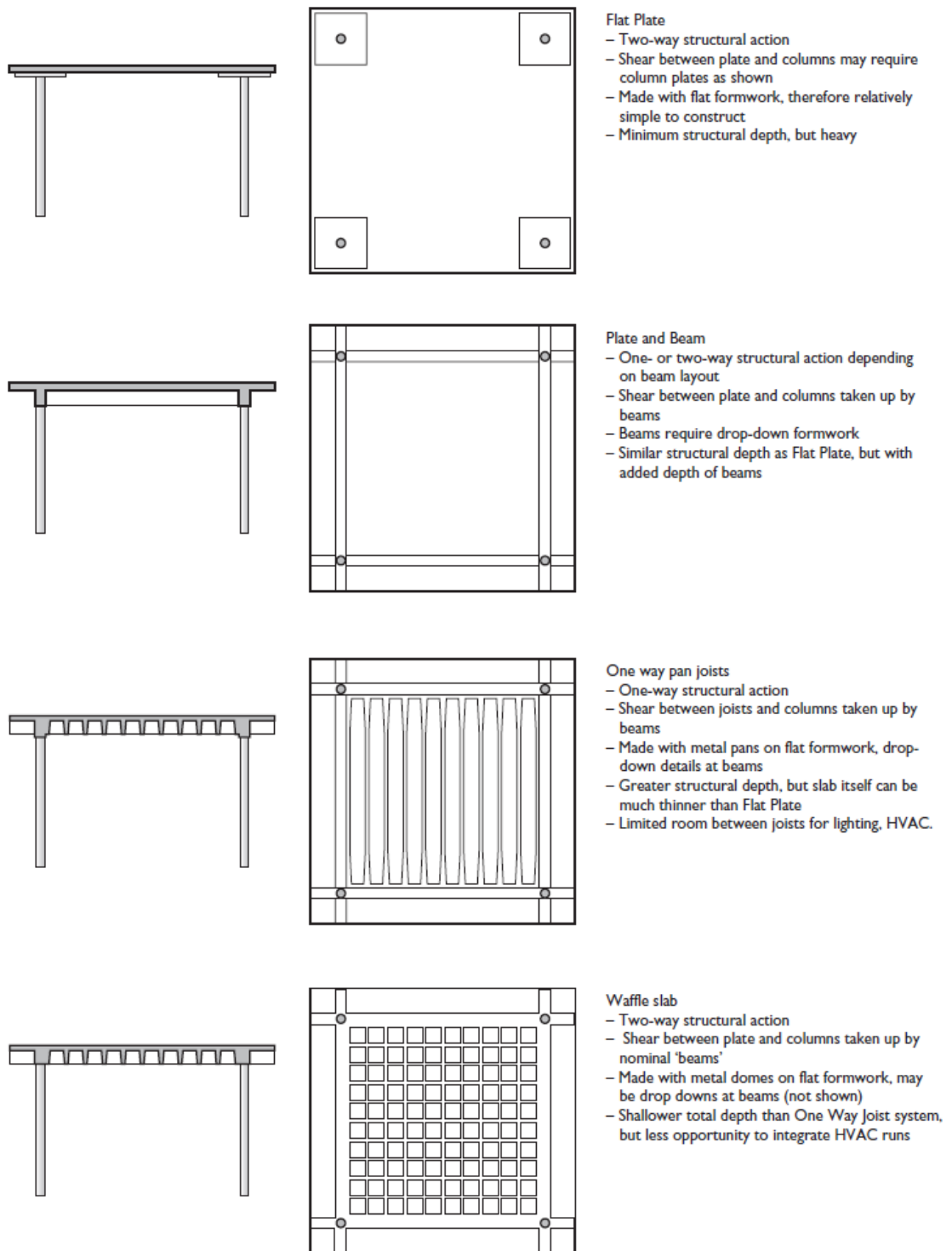


is analogous to a One-Way Pan Joist Slab (easier to build, accessible voids, lower structural performance)

Gambar 4.12. Secara teoritik, plat lantai atau slab beranalogi dengan teori beam



Gambar 4.12. Plat lantai dengan bahan non monolitik yang berlapis sering memberi keuntungan bagi *two way performance*



Gambar 4.13. Dengan sifat monolitik, beton lebih efisien untuk bahan plat lantai dan konstruksi atap

D. Rangka (*Frames*)

Seluruh komponen struktur seperti pondasi, kolom, balok, dan lantai pada akhirnya dirangkai dalam suatu sistem rangka (*frames*). Rangka adalah sistem struktur vertikal dan horisontal yang mengintegrasikan seluruh komponen struktur untuk membentuk kekuatan vertikal dan horisontal juga.



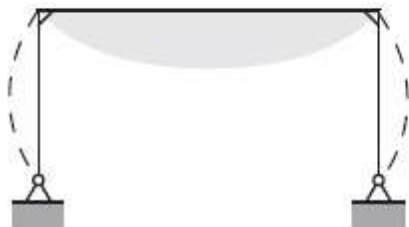
Gambar 4.14. Struktur rangka adalah system struktur yang sering dipakai untuk bangunan tinggi. Mies van de Rohe adalah arsitek pelopor penggunaan sistem struktur rangka untuk Lake Shore Drive Apartment (1949).



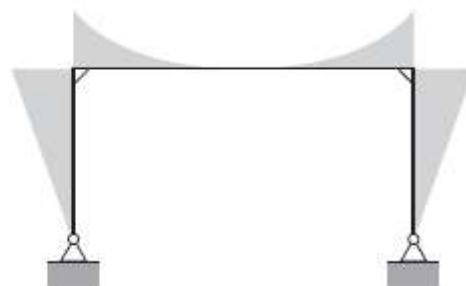
Stiff beam, stiff columns



Stiff beam, weak columns

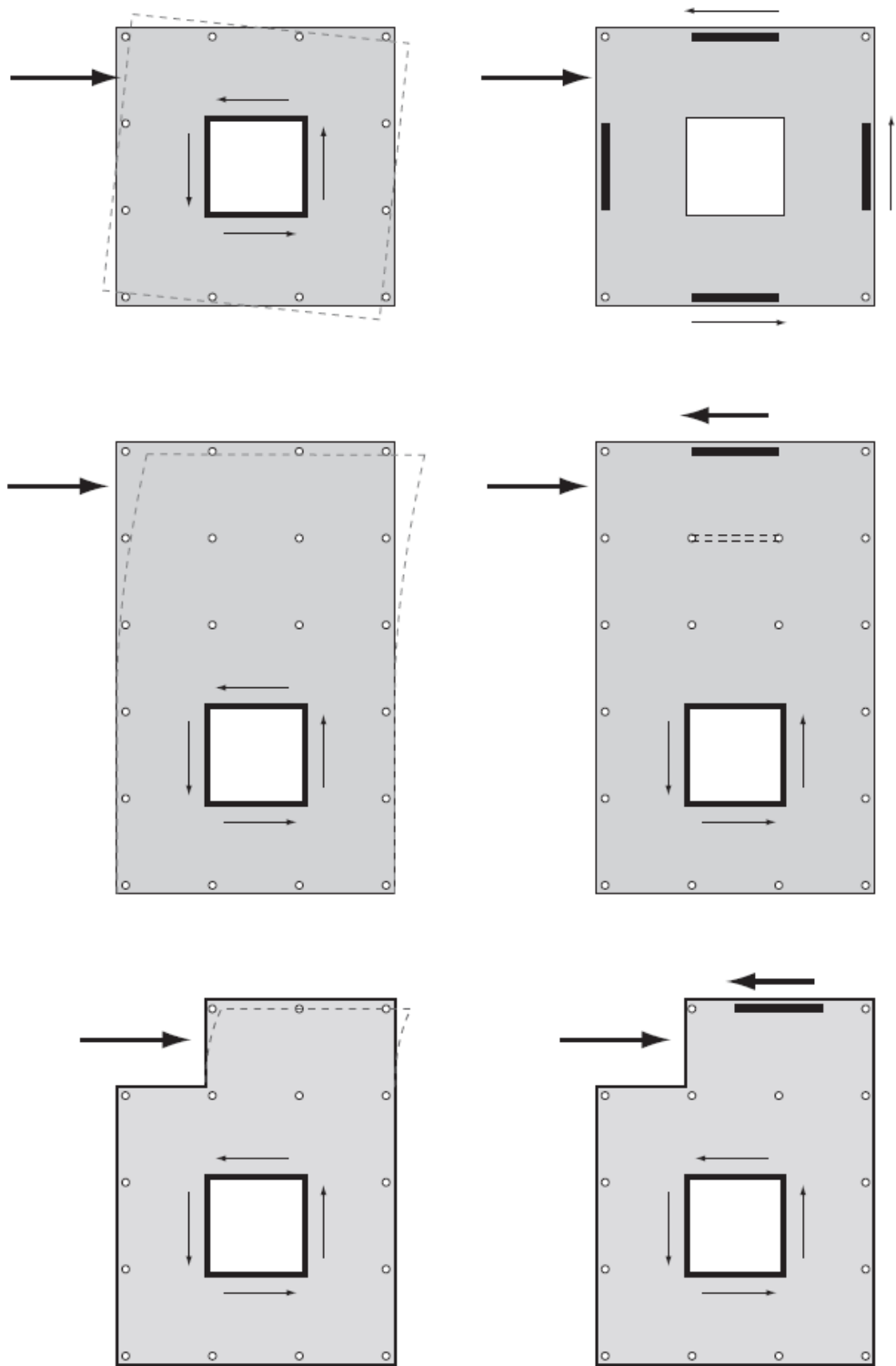


Stiff beam, very weak columns
(essentially pin supports)



Weak beam, stiff columns
(essentially a center pin)

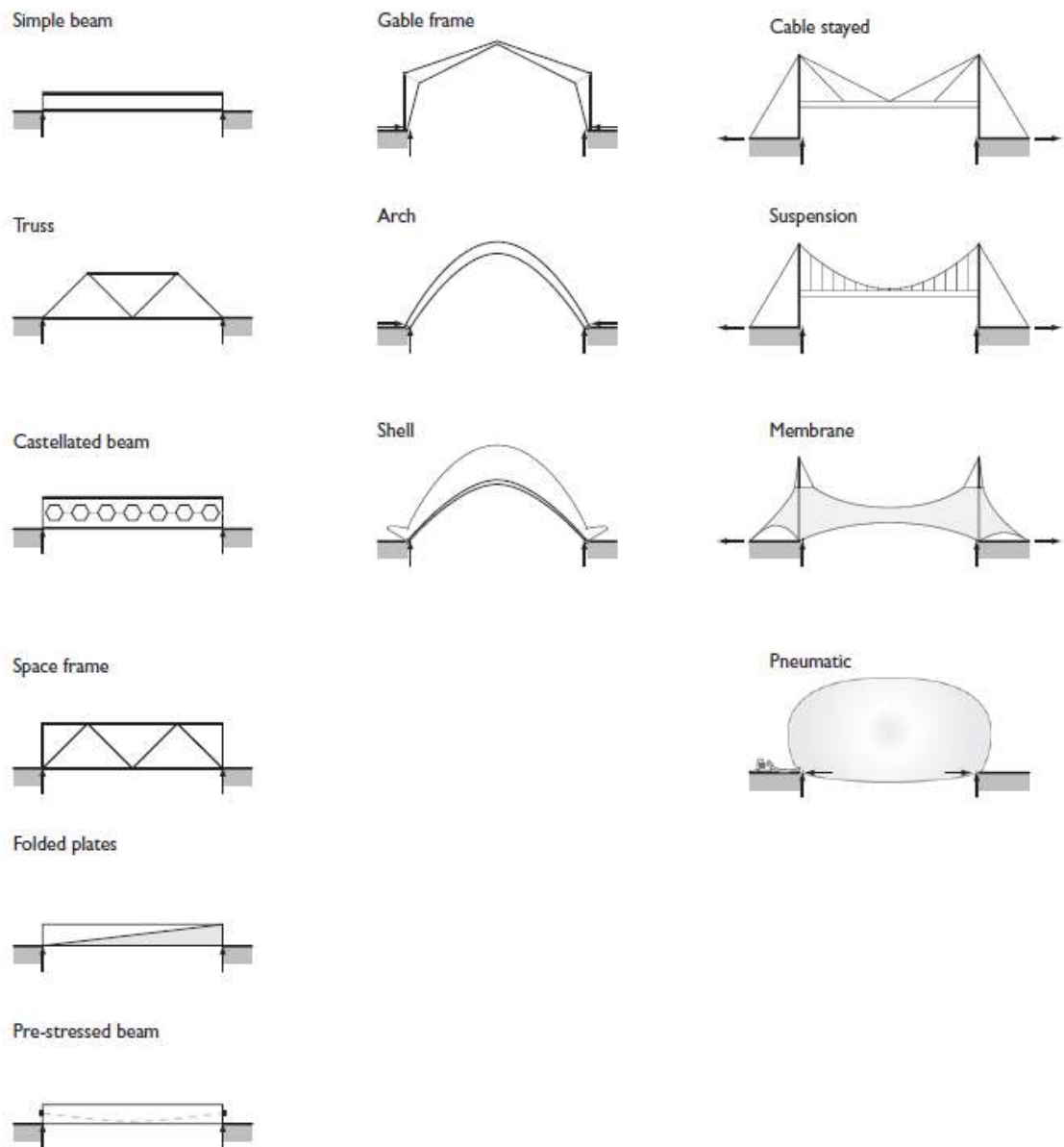
Gambar 4.15. Teori struktur rangka harus mempertimbangkan kekakuan relative kolom dan balok.



Gambar 4.16. Beberapa alternatif solusi untuk meningkatkan kekakuan rangka, yaitu penambahan struktur core atau dinding geser (shear).

F. Struktur bentang lebar (*Long-span structures*)

Struktur bentang lebar adalah sistem struktur yang melampaui batasan standar balok dan plat lantai yang biasa. Struktur bentang lebar umumnya banyak digunakan pada bangunan dengan skala volume yang besar, seperti stadion olahraga, hangar pesawat terbang, pabrik, dan lain-lain.



Gambar 4.17. Beberapa type struktur bentang lebar