

SISTEM TRANSPORTASI PADA BANGUNAN

Disiapkan Oleh:

Muhammad Iqbal, ST., M.Sc

Jurusan Teknik Arsitektur – Universitas Malikussaleh

Tahun 2015

SISTEM TRANSPORTASI PADA BANGUNAN

Sistem Transportasi pada bangunan, terdiri atas:

Lift (Elevator)

Escalator

Travelator, Moving Walkway, dll

SISTEM LIFT (ELEVATOR)

Pendahuluan

Lift adalah alat transportasi barang dan orang secara vertikal

Lift digunakan pada setiap bangunan dengan jumlah lantai lebih dari 3 lantai.

Minimum standar pelayanan – Sebuah lift untuk setiap 4 lantai dengan jarak maksimum 45m ke Lobby Lift

Luas area dan kapasitas kotak lift diperkirakan berdasarkan 0,2 m² per-orang



SISTEM LIFT (ELEVATOR)

Tipe Lift

Freight Elevators

Vehicle Elevators

Aircraft elevators

Dumbwaiter

Paternoster

SISTEM LIFT (ELEVATOR)

Pertimbangan penting untuk keamanan dan kenyamanan dalam penggunaan lift

Waktu tunggu yang singkat pada setiap lantai

Waktu perjalanan yang singkat pada setiap lantai

Pergerakan lift harus cepat dan tidak kasar

Instruksi yang cukup (pintu buka/tutup, telecom, dll)

Estetis dan menyenangkan

Peralatan keamanan (CCTV, No. Telp darurat, dll)

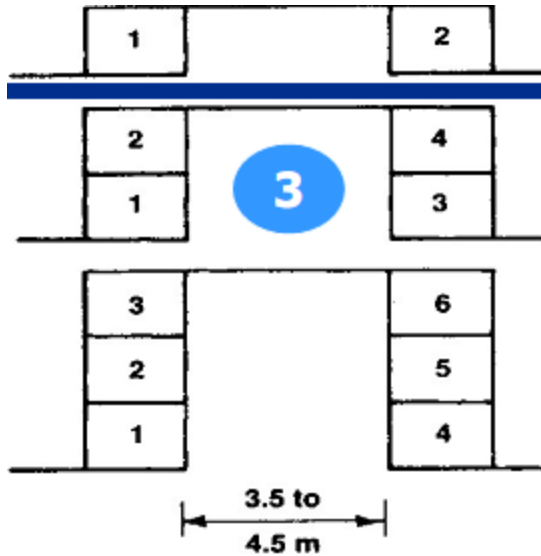
SISTEM LIFT (ELEVATOR)

Variasi Kecepatan Lift

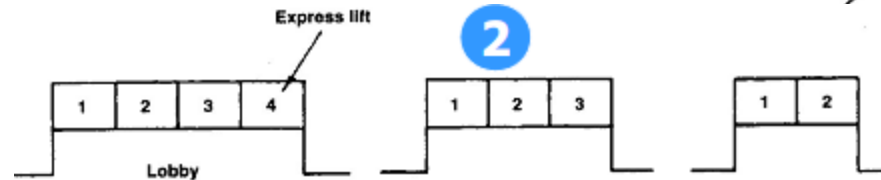
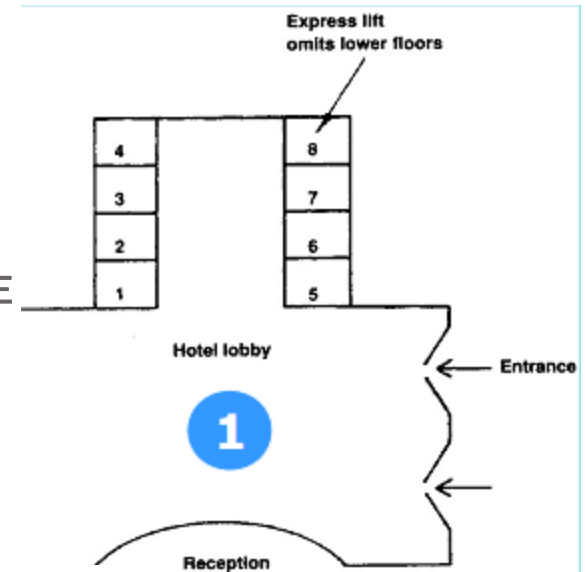
Type of lift	Car speed (m/s)
Passenger, up to 4 floors	0.3–0.8
4–9 floors	0.8–2.0
9–15 floors	2.0–5.0
over 15 floors	5.0–7.0
paternoster	Up to 0.4
Goods, to any height	0.2–1.0
Hydraulic, passenger or goods, max. 4 or 5 floors	0.1–1.0

LIFT (ELEVATOR SYSTEM)

Penempatan Lift diarahkan pada kemudahan pencapaian untuk semua pengguna bangunan, yaitu pada area masuk utama seperti pada lobby untuk hotel, apartemen, perkantoran dll

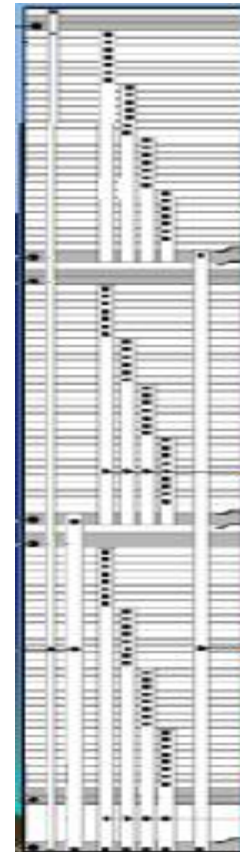
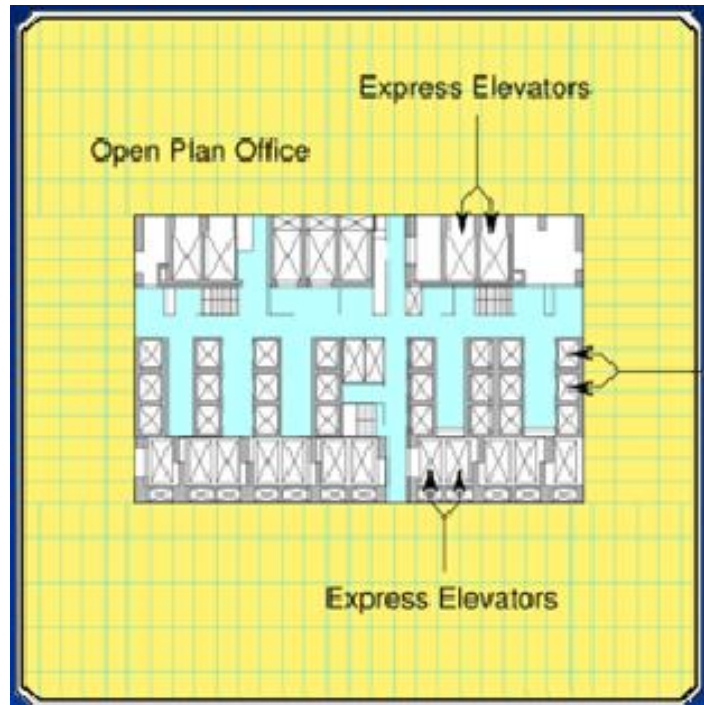


PENGELOMPOKKAN LIFT
PADA AREA MASUK/ENTRANCE



SISTEM LIFT (ELEVATOR)

Case study



The former world trade center's twin towers, used skylobbies, located on the 44th and 78th floors of each tower

SISTEM LIFT (ELEVATOR)

Dayaguna Lift :

- Kecepatan
- Perlambatan
- Kecepatan kotak lift / motor
- Kecepatan buka/tutup pintu Lift
- Stabilitas kecepatan dan dayaguna terhadap variasi pengangkutan

SISTEM LIFT (ELEVATOR)

- Penilaian terhadap jumlah populasi/pengguna dapat ditentukan dengan membuat perbandingan untuk 1 orang mewakili **9,5 m² – 11,25 m²** luas lantai
- Untuk menentukan waktu perjalanan lift (starting-finishing) dapat digunakan standar **17 %** jumlah populasi per **5 menit** untuk “unified lift” dan **12 %** untuk “staggered lift“
- Jumlah lift akan memberikan pengaruh pada kualitas pelayanan lift
- Kualitas layanan dapat ditentukan dari interval grup, yaitu:

- 23 to 35 seconds – excellent
- 35 to 45 seconds - acceptable for offices
- 60 seconds – acceptable for hotels
- 90 seconds – acceptable for flats

SISTEM LIFT (ELEVATOR)

- Metode untuk memperkirakan efisiensi dan efektivitas pada pemasangan Lift dengan menghitung waktu perjalanan lift (Round Trip Time), disingkat dengan “ RTT ”.
- Diperlukan,
 - Rata-rata periode waktu pergerakan sebuah kotak/motor lift, termasuk data statistik untuk waktu hilang pada pemberhentian lift di setiap lantai
 - Pengukuran waktu operasi pintu lift (buka-tutup) yang dimulai pada lantai pertama naik ke atas dan kembali lagi ke lantai bawah.

PERHITUNGAN LIFT

CONTOH

Sebuah bangunan mempunyai 5 lantai dengan tinggi setiap lantai 3 m. bangunan tersebut memiliki lift dengan kapasitas kotak lift 6 orang dengan kecepatan perjalanan motor 2 m/s. Tentukan waktu perjalanan bolak-balik (RTT) ?

1. Kemungkinan jumlah berhenti (S_1)

$$S_1 = S - S \left(\frac{S-1}{S} \right)^n$$

Dimana,

S = Maksimum jumlah berhenti

n = jumlah orang / kapasitas motor

$$S_1 = 4 - 4 \left(\frac{4-1}{4} \right)^6 = 3.3, \longrightarrow 3 \text{ times stops}$$

PERHITUNGAN LIFT

2. Waktu perjalanan ke atas / upward journey time (T_u)

$$T_u = S_1 \left(\frac{L}{SV} + 2V \right)$$

Dimana,

L = Lift Travel, $4 \times 3 = 12$ m (diambil dari jumlah lantai dan tinggi lantai)

V = Car speed = 2 m/s (Spesifikasi oleh supplier)

Sehingga,

$$T_u = 3 \left(\frac{12}{4 \times 2} + [2 \times 2] \right) = 16.5 \text{ s}$$

PERHITUNGAN LIFT

3. Waktu perjalanan ke bawah / downward journey time (T_d)

$$T_d = \frac{L}{V} + 2V = \frac{12}{2} + [2 \times 2] = 10 \text{ s}$$

Dimana,

L = Lift Travel, $4 \times 3 = 12$ m (diambil dari jumlah lantai dan tinggi lantai)

V = Car speed = 2 m/s (Spesifikasi oleh supplier)

Sehingga, waktu perjalanan ke bawah (T_d) = 10 s

4. Waktu transfer penumpang / passenger transfer time (T_p)

Penentuan waktu ditentukan berdasarkan kedalaman motor lift, yaitu 2 – 3 detik. Pada 2 detik, didapat:

$$T_p = 2n = 2 \times 6 = 12 \text{ s}$$

PERHITUNGAN LIFT

5. Waktu buka pintu / door opening time (T_o)

Kecepatan bukaan pintu dan lebar pintu berdasarkan spesifikasi desain dan ketersediaan dari supplier. Untuk ini diasumsikan kecepatan pintu / door speed (V_d) = 0,5 m/s dan lebar pintu / door width (W) = 1,2 m

$$T_o = 2(S_1 + 1) \frac{W}{V_d} = 2(3 + 1) \frac{1.2}{0.5} = 19.2 s$$

6. Waktu perjalanan bolak-balik / Round trip time (RTT)

$$\begin{aligned} RTT &= T_u + T_d + T_p + T_o \\ &= 16.5 + 10 + 12 + 19.2 = 57.7 s \end{aligned}$$

PERHITUNGAN LIFT

- Perhitungan Interval dan kualitas pelayanan

Contoh

Sebuah blok perkantoran dengan 20 lantai di atas lantai dasar mempunyai 4 grup lift (unified lift) di atas lantai dasar dengan luasan bangunan 8000 m^2 dan tinggi lantai 3 m setiap lantai. Setiap kotak lift mempunyai kapasitas 20 orang dengan kecepatan $2,5 \text{ m/s}$ dan lebar pintu lift $1,1 \text{ m}$. Hitung interval dan kualitas pelayanannya.

PERHITUNGAN LIFT

1. Permintaan puncak pada periode 5 menit (*peak demand*):

$$= \frac{8000m^2 \times 17\%}{11m^2 / person \times 100} = 124 person$$

2. Perjalanan Lift / Lift travel (L) = 20 x 3 = 60 m

3. Kemungkinan jumlah berhenti (S1)

$$S_1 = S - S \left(\frac{S-1}{S} \right)^n$$

Dimana,

S = Maksimum jumlah berhenti

n = Jumlah orang / kapasitas kotak lift (umumnya diambil 80 % dari kapasitas), sehingga n = 20 x 80% = 16

$$S_1 = 20 - 20 \left(\frac{20-1}{20} \right)^{16} = 11$$

PERHITUNGAN LIFT

4. Waktu perjalanan ke atas / Upward Journey Time (T_u)

$$T_u = S_1 \left(\frac{L}{SV} + 2V \right)$$

Dimana,

L= Lift travel = $20 \times 3 = 60$ m

V= kecepatan motor = 2,5 m/s

Sehingga,

$$T_u = 11 \left(\frac{60}{11 \times 2.5} + [2 \times 2.5] \right) = 79s$$

5. Waktu perjalanan ke bawah / downward journey time (T_d)

$$T_d = \frac{L}{V} + 2V = \frac{60}{2.5} + [2 \times 2.5] = 29s$$

PERHITUNGAN LIFT

6. Waktu bukaan pintu / Door operating time (T_o)

Diketahui,

Kecepatan pintu / door speed (V_d) = 0,4 m/s

Lebar pintu / Door width (w_d) = 1,1 m

sehingga,

$$T_o = 2(S_1 + 1) \frac{W}{V_d} = 2(11 + 1) \frac{1.1}{0.4} = 66s$$

7. Rata-rata waktu per-orang yang diambil untuk keluar-masuk motor lift adalah 2 detik, sehingga:

$$\text{Passenger transfer time } (T_p) = 2n = 2 \times 16 = 32 s$$

8. Round trip time (RTT) :

$$= T_u + T_d + T_p + T_o = 79 + 29 + 66 + 32 = 206s$$

PERHITUNGAN LIFT

9. Kapasitas grup

$$\frac{\text{Peak demand} \times \text{lift travel} \times \text{grup lift} \times \text{jumlah lantai} \times 80\%}{\text{RTT}}$$

Sehingga kapasitas grup adalah,

$$\begin{aligned} &= \frac{5 \text{ mins} \times 60 \times 4 \times 20 \times 0.8}{206} \\ &= 93 \text{ persons per 5 minutes} \end{aligned}$$

10. Interval grup

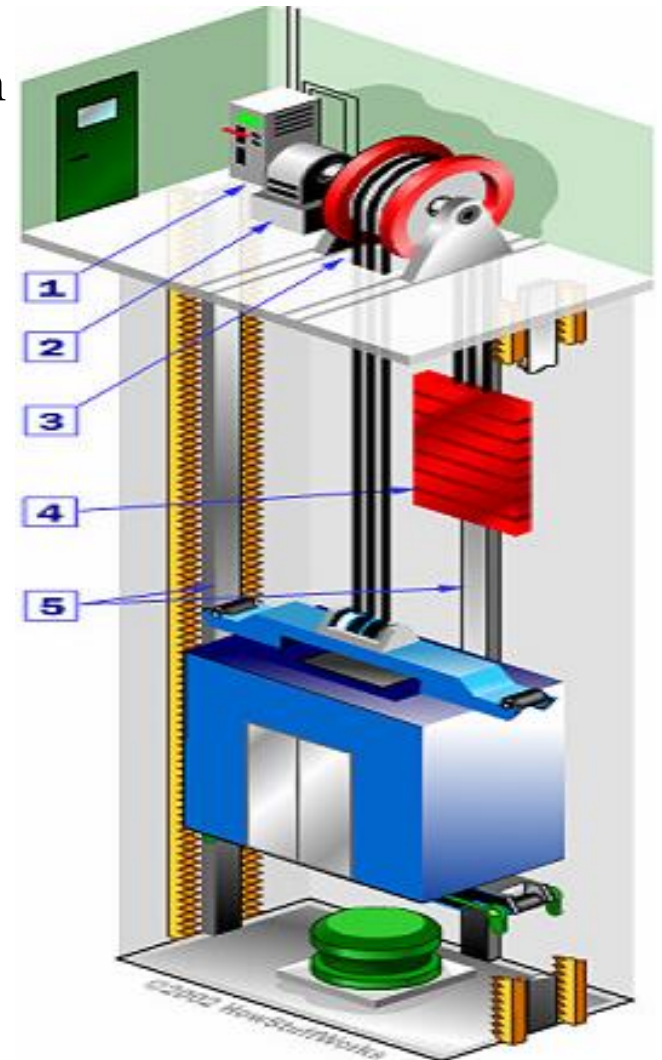
$$\begin{aligned} &= \text{RTT} / \text{Grup Lift} \\ &= \frac{206}{4} = 51.5s \end{aligned}$$

ELECTRIC/ROPED LIFT

Pada elevator ini motor lift digerakkan untuk naik dan turun oleh tenaga tarik listrik “ *Traction Steel*”

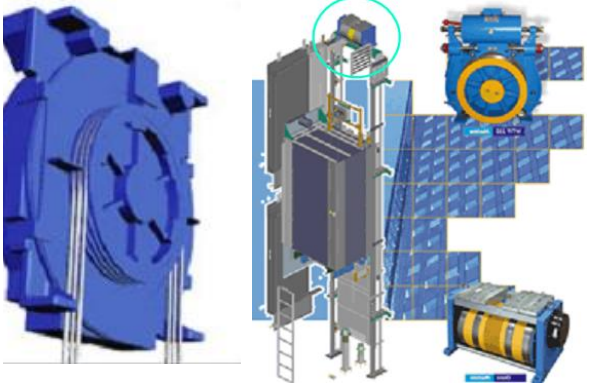
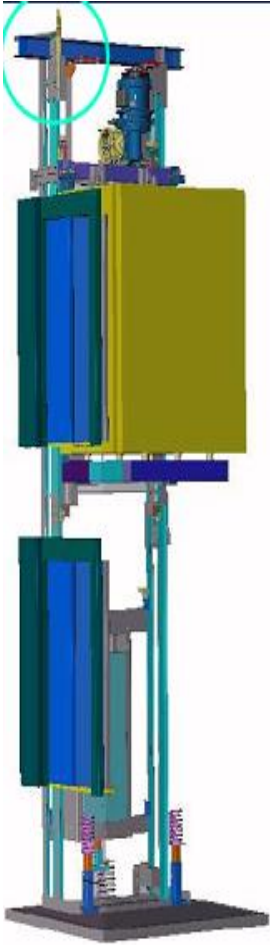
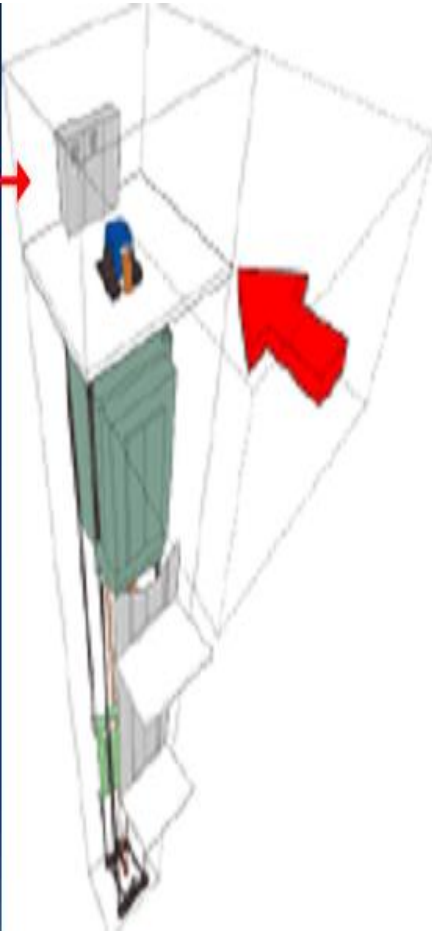
Components:

- 1 - Control system
- 2 - Electric motor
- 3 - Sheave
- 4 - Counterweight
- 5 - Guide rails



ELECTRIC/ROPED LIFT

Motor lift pada ruang mesin lift (*Traction steel*)

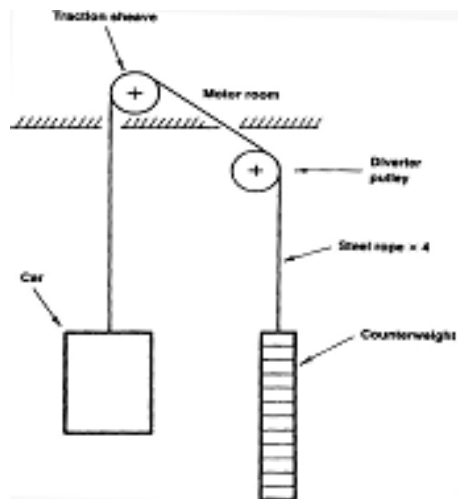


LIFT/ROPING

- Sistem penarikan kotak lift dengan menggunakan pemberat (*Counterweight*) yang dihubungkan dengan kabel baja melalui katrol.
- Beberapa variasi sistem penarikan yang umumnya digunakan, yaitu:

- Single wrap 1 : 1

Sistem sederhana, tidak cocok untuk pembebanan berat (mudah tergelincir)



LIFT/ROPING

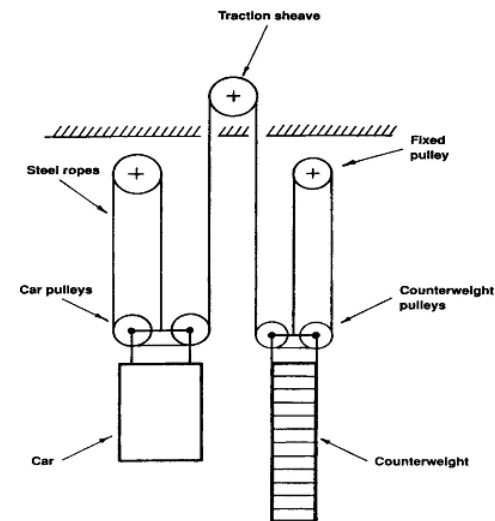
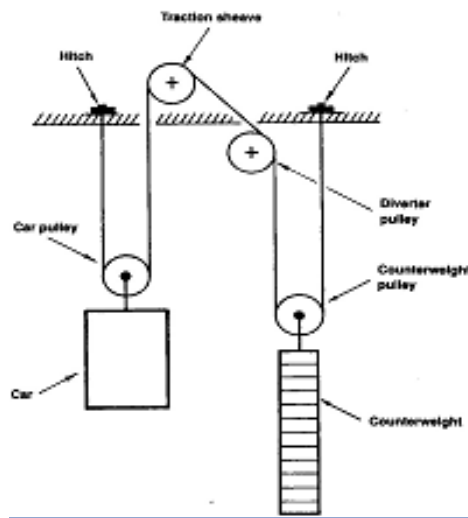
- Single wrap 2 : 1

Pengembangan dari sistem single wrap 1 : 1

Jumlah katrol bertambah untuk melawan selipan/gelincir

- Single wrap 3 : 1

Penggunaan banyak katrol

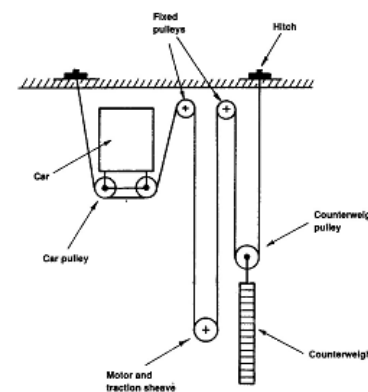
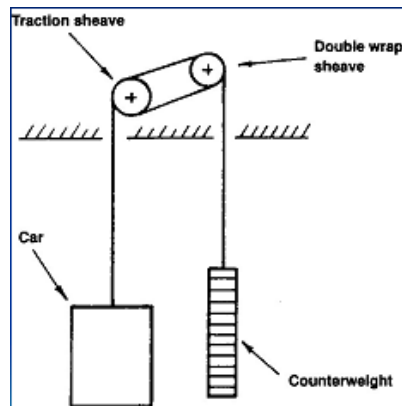


LIFT/ROPING

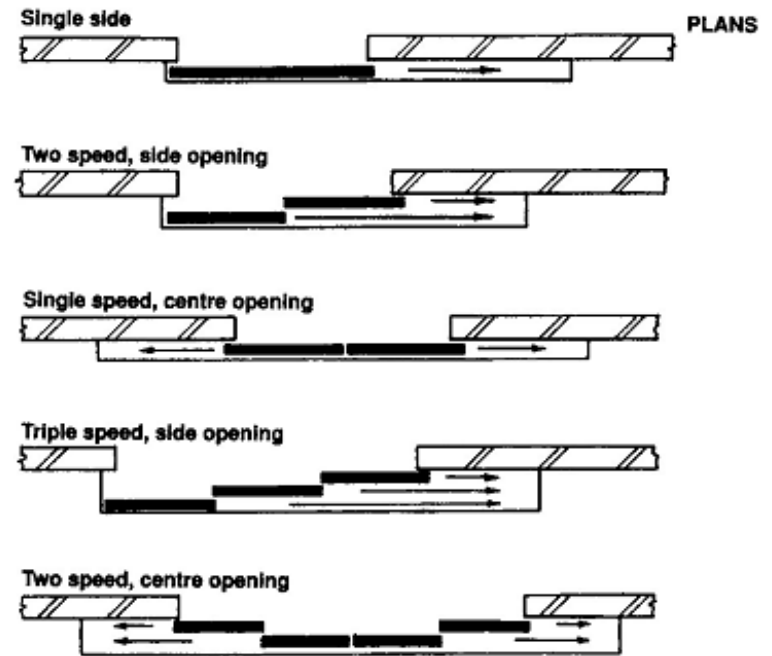
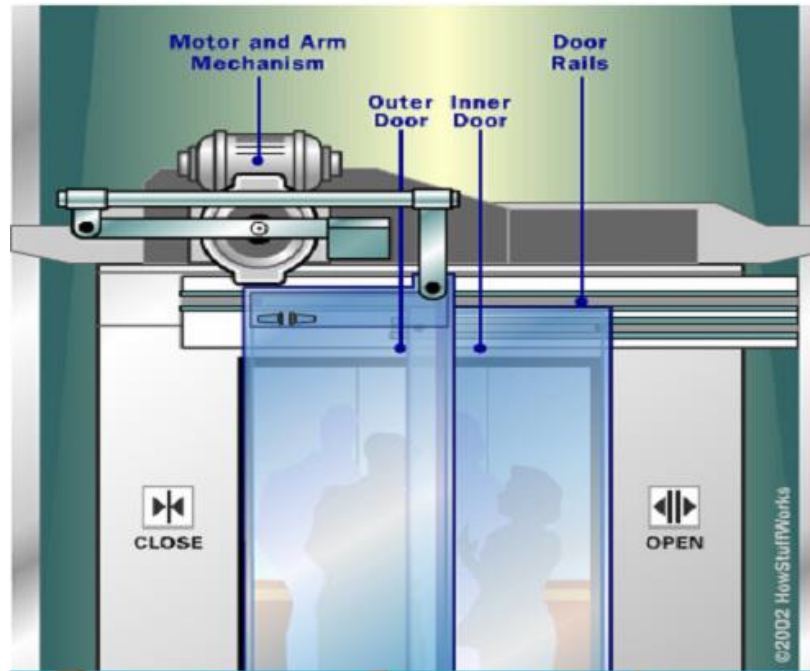
- Jumlah lilitan dan katrol memberikan pengaruh terhadap kecepatan lift.
- Semakin besar ratio, semakin lambat kecepatan, seperti di bawah ini

Single wrap ratio	Car speed
1 : 1	x
2 : 1	$x/2$
3 : 1	$x/3$ and so on

- Alternatif lainnya untuk mengatur kecepatan tinggi dan cukup tarikan, yaitu *double wrap* dan *underslung*



PINTU LIFT



- Pintu lift harus tahan api, terbuat dari baja dengan ketebalan sekitar 30 mm
- Tipe bukaan horizontal dan vertikal; kiri-kanan dan atas-bawah (tergantung kebutuhan dan spesifikasi dari pabrik)

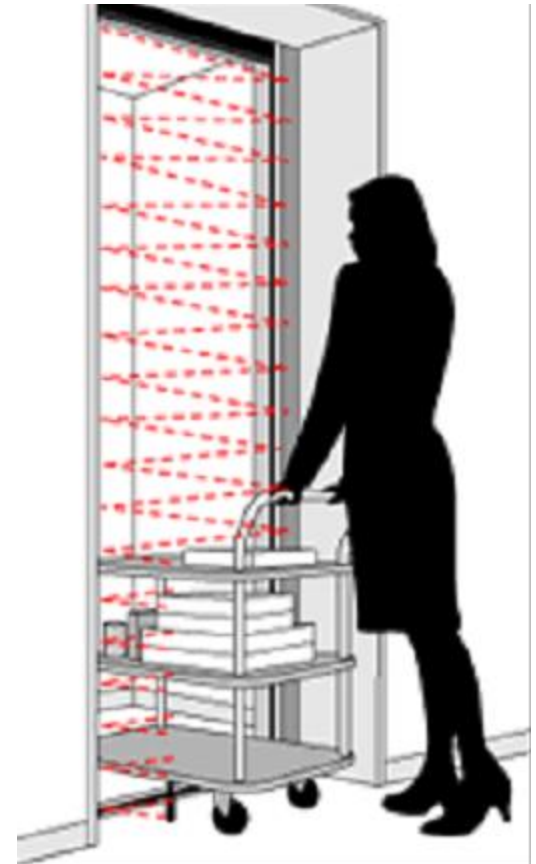
PINTU LIFT



PINTU LIFT (Desain Buka-an)

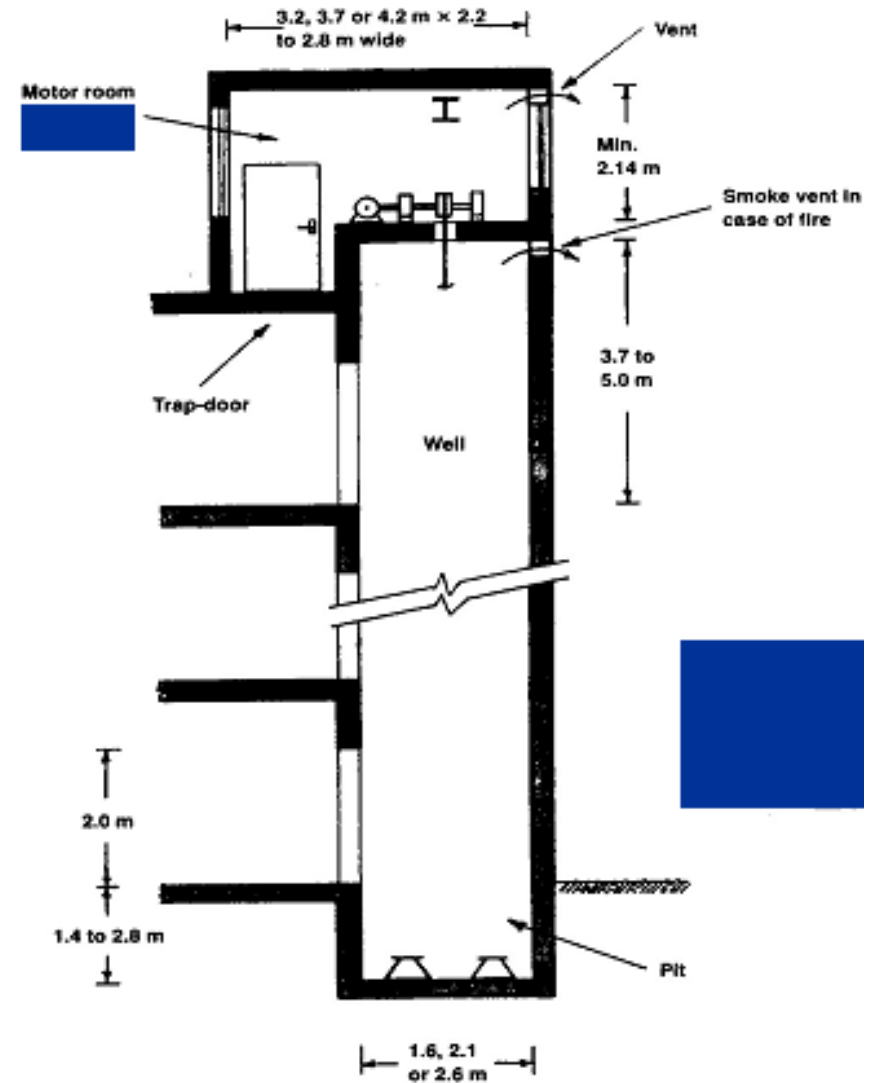
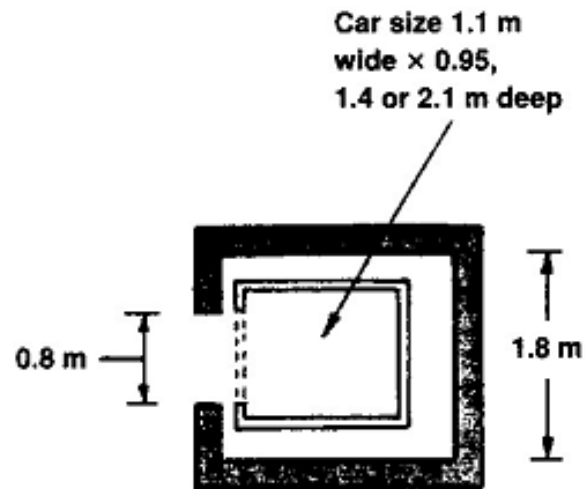
Multi beam door sensor (Mitsubishi)

- Merupakan sistem sensor pada pintu lift dengan menggunakan banyak sorotan cahaya infrared sepanjang potongan pintu, untuk keamanan dan kenyamanan pengguna

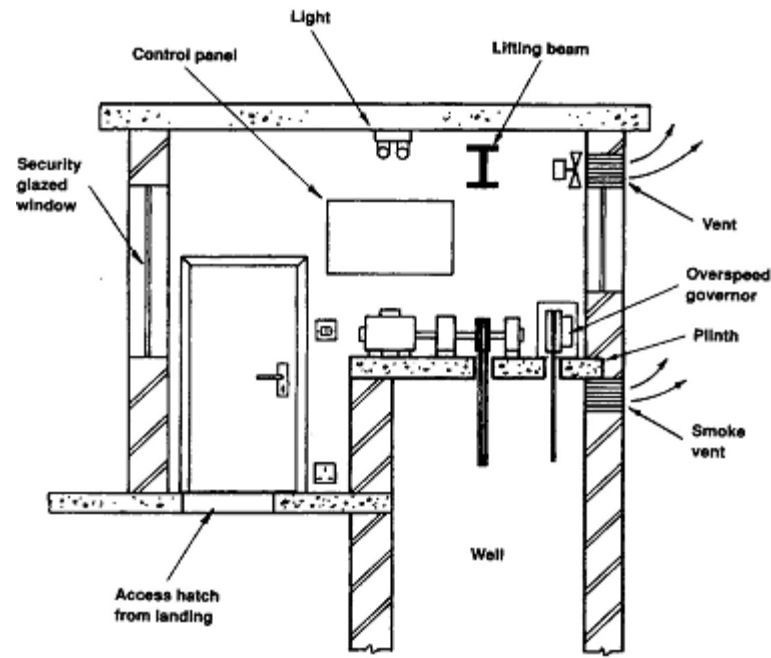


DIMENSI KONSTRUKSI LIFT

- Denah dan Potongan tipikal bangunan pada shaft lift



RUANG MESIN LIFT



Suara mesin lift menimbulkan kebisingan, oleh karena itu diperlukan insulasi dan penyerapan yang baik pada ruang mesin lift

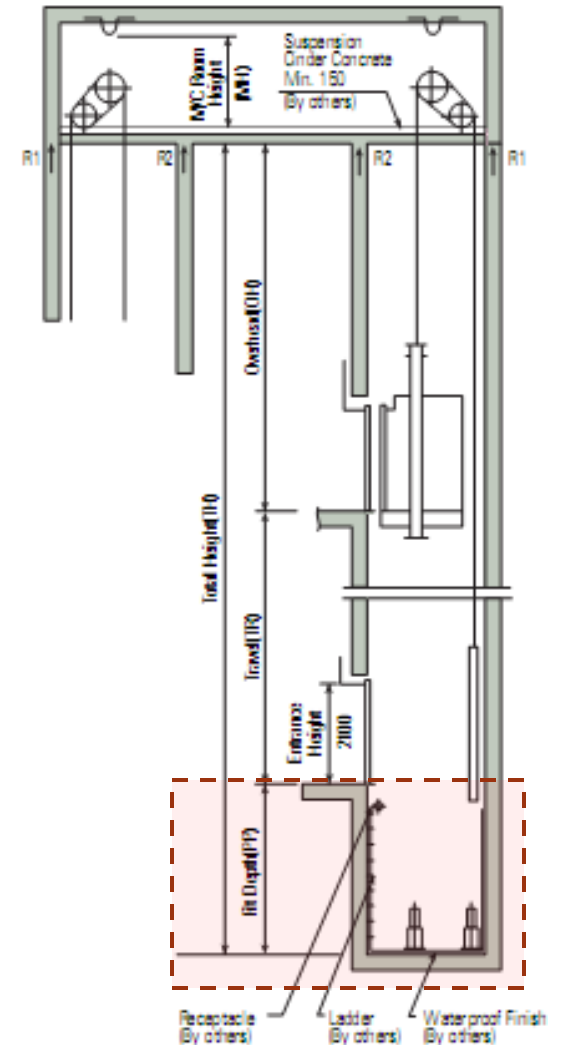
Untuk kebutuhan perawatan dan inspeksi, diperlukan pencahayaan yang cukup dalam ruang mesin lift

Kipas angin digunakan untuk membuang suhu panas sebagai akibat proses mekanikal dan elektrik dalam ruang mesin lift

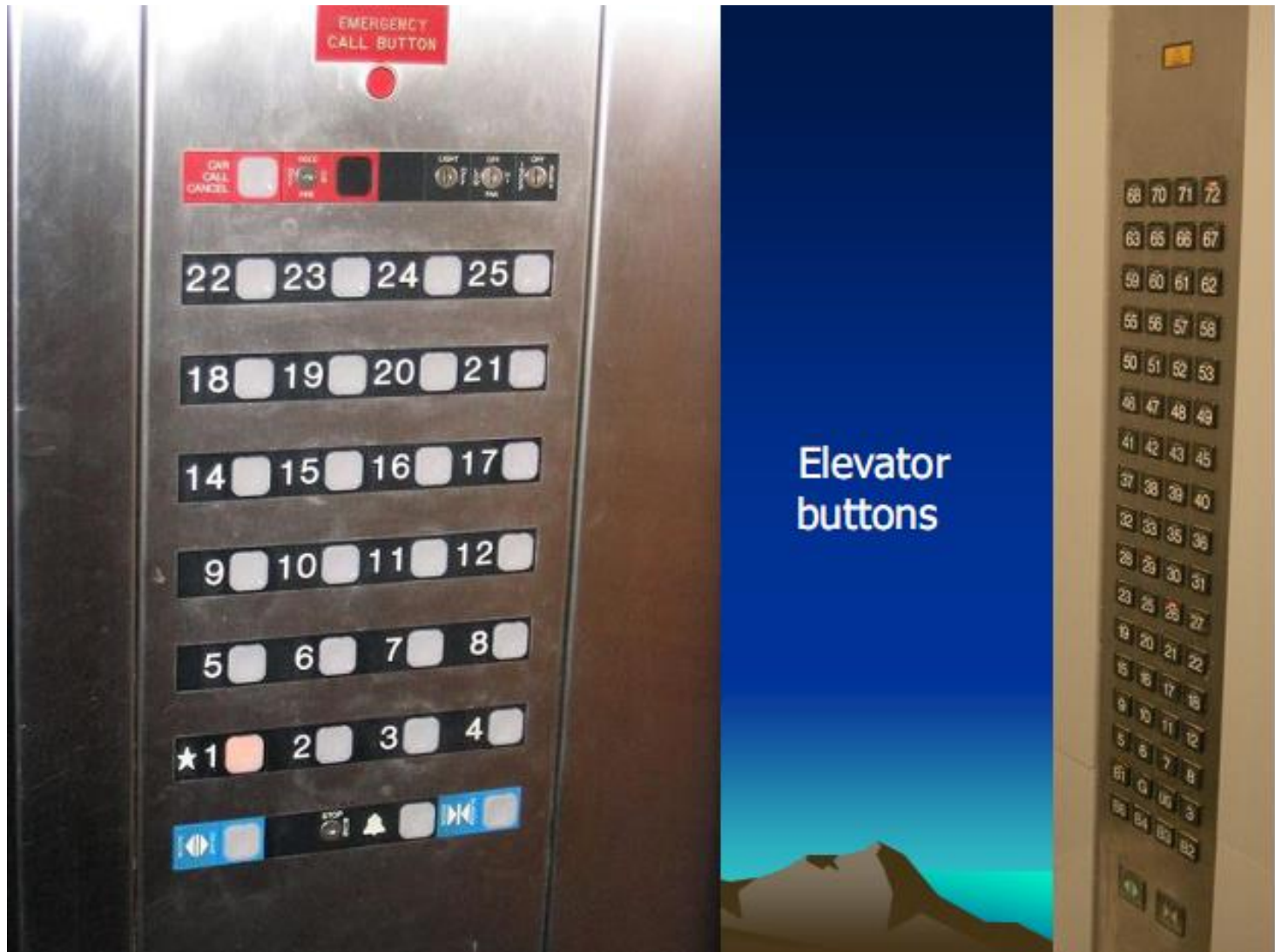
Ruang mesin lift harus terkunci

LIFT (Pit)

- Terletak pada bagian paling bawah dari lift dengan disokong oleh penyangga (*buffers*)
- Untuk lift dengan kecepatan lambat menggunakan penyangga kering
- Untuk lift dengan kecepatan tinggi diperlukan penyangga yang dilapisi dengan minyak (*oil loaded buffers*)
- Kedalaman lubang (*pit*) Lift bervariasi, yaitu 1,4 m – 2,8 m tergantung spesifikasi lift

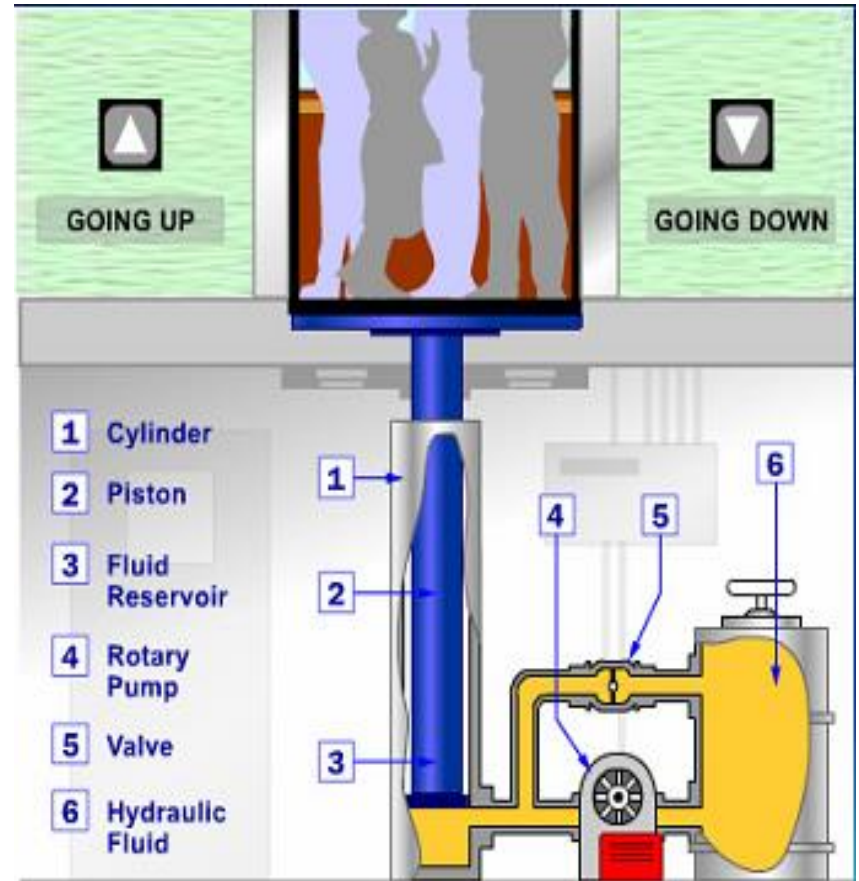


LIFT BUTTON



Hydraulic Lifts

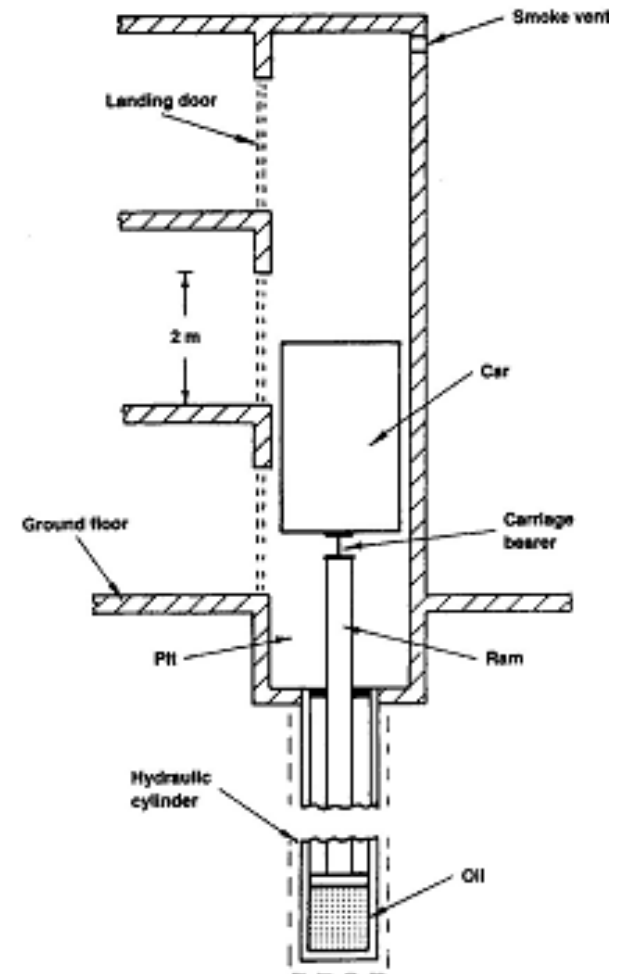
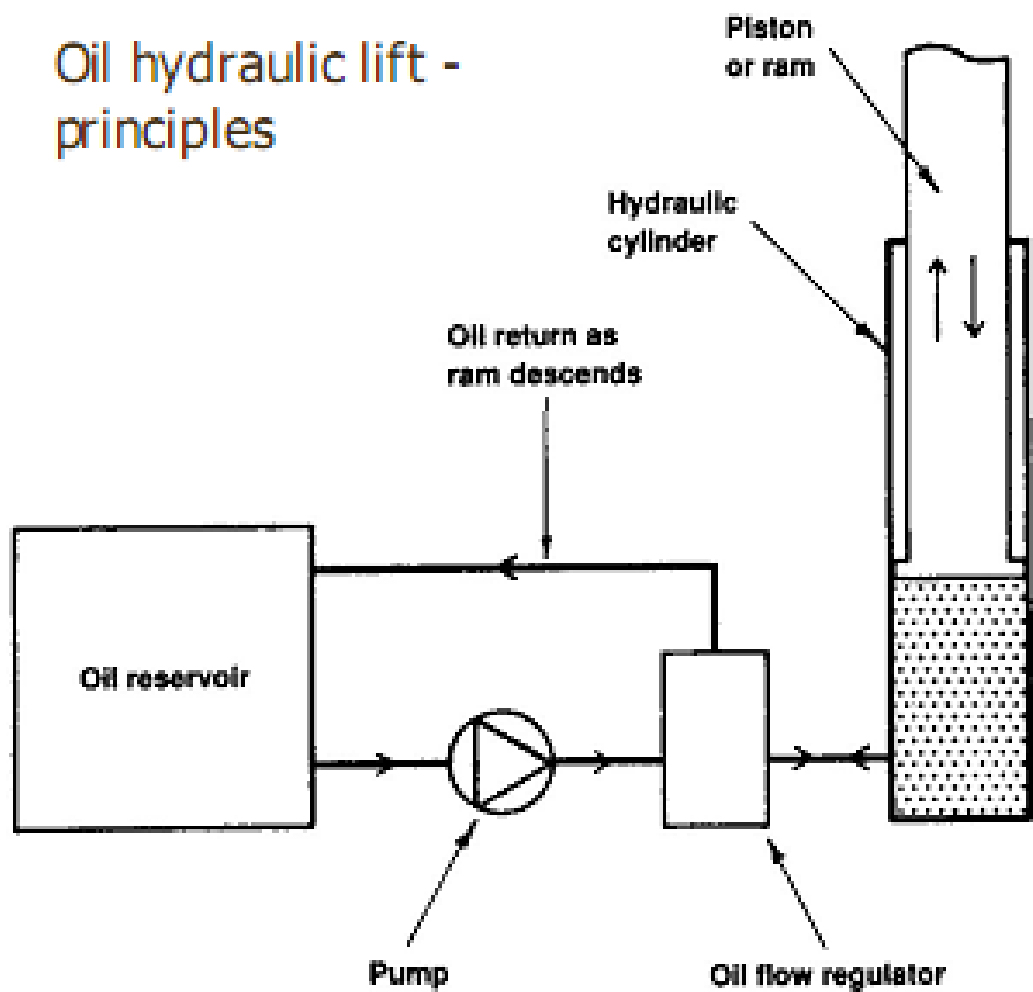
- Sistem Hydraulic Lift menggunakan pelantak hidrolik (*hydraulic ram*), umumnya digunakan pada bangunan lantai rendah. Cairan khusus yang ada dalam tangki hidrolik di pompa menggunakan mesin (*rotary pump*).



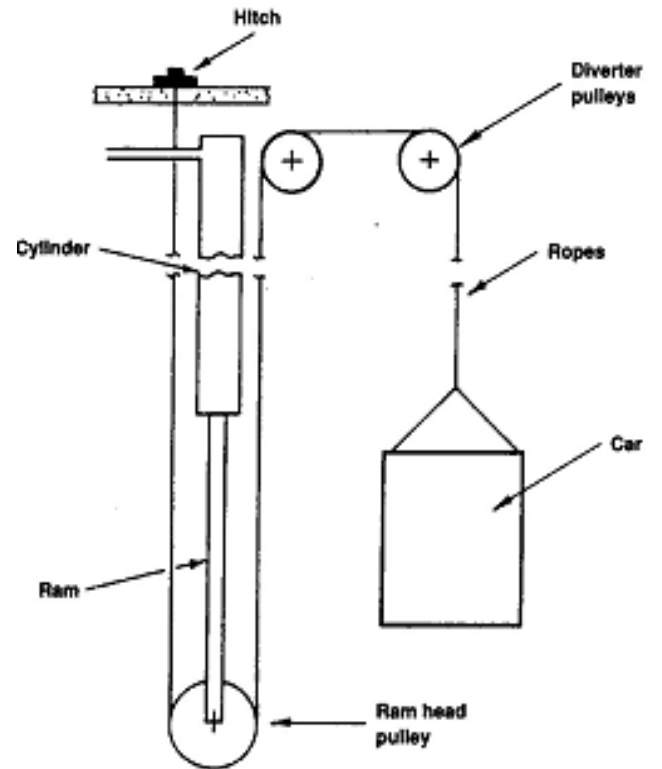
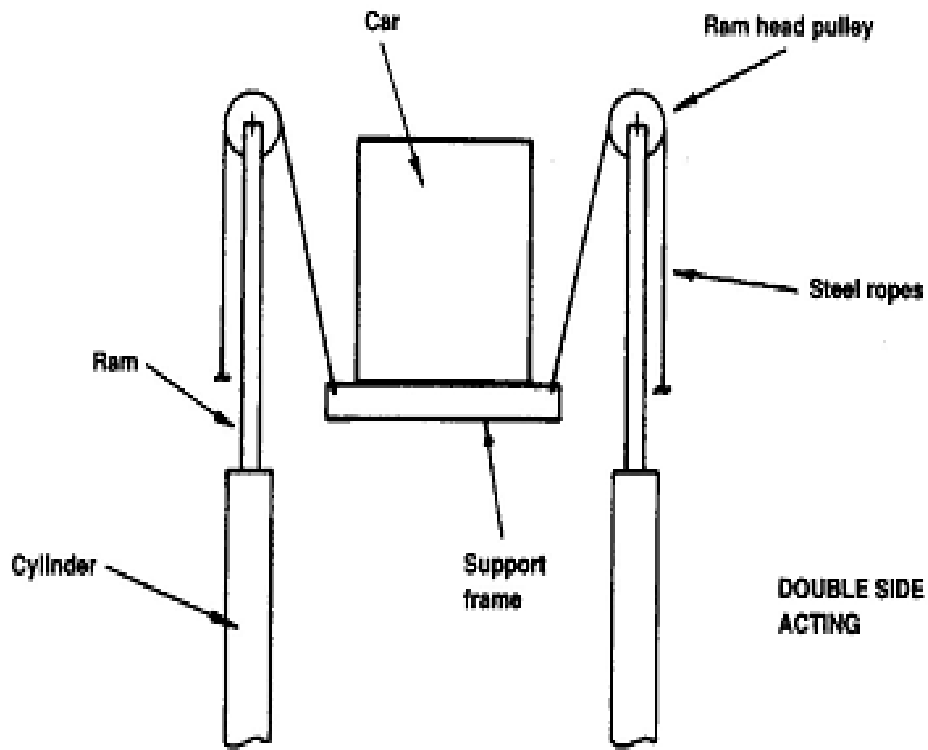
Komponen Hydrolic lift

Prinsip Hidrolik Lift

Oil hydraulic lift - principles

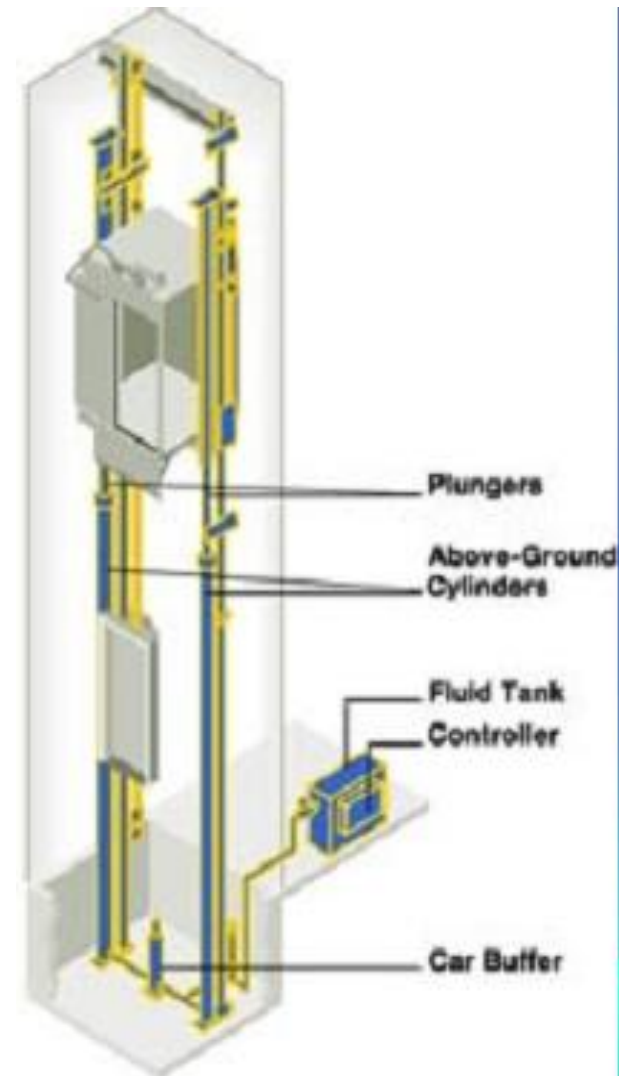


Hydraulic Lifts



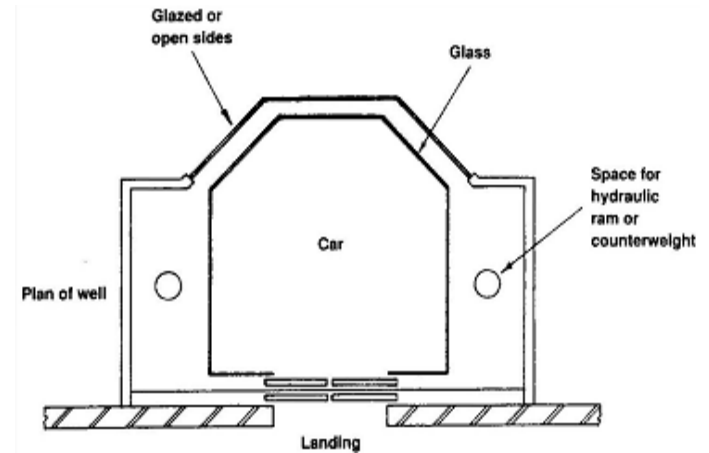
Hydraulic Lifts

- Keuntungan/karakteristik :
 - Kapasitas untuk beban yang sangat berat
 - Tingkat akurasi hentian di setiap lantai baik
 - Perjalanan tidak kasar (*smooth*)
 - Untuk bangunan tingkat rendah
 - tidak adanya beban struktur bangunan
 - Ruang pompa dapat diletakkan pada jarak 10 m dari shaft

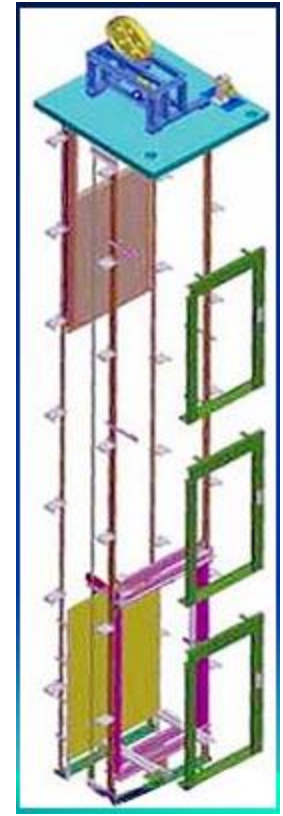


Observation / Panoramic / Scenic Lift

- Dinding kotak lift bersifat transparan (dari material kaca), sehingga pengguna dapat menikmati suasana interior bangunan ketika sedang menaiki lift
- Umumnya digunakan pada atrium mall



Panoramic Lift Design

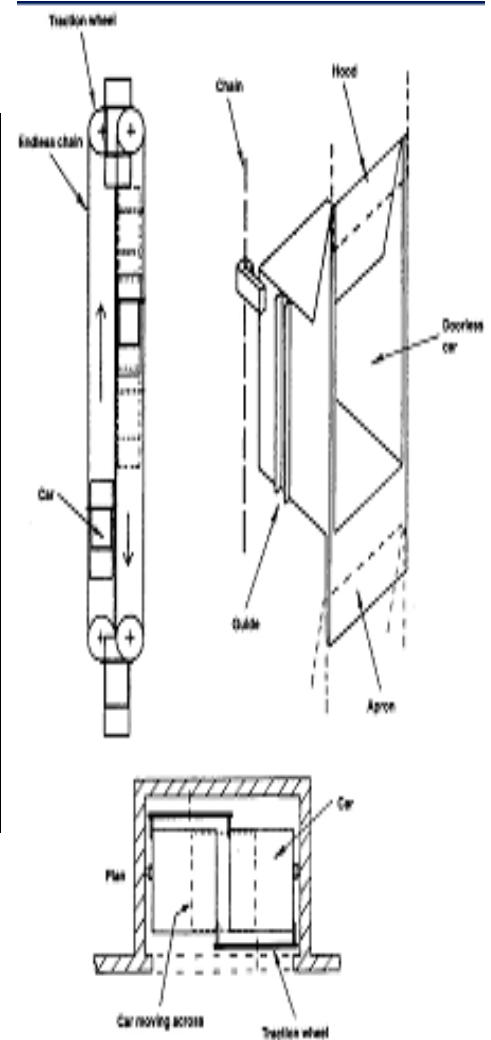
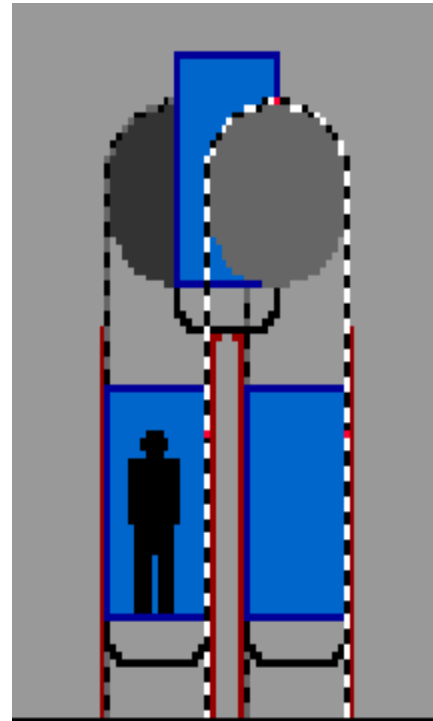


Panoramic Lift Application



Paternoster Lift

- Paternoster Lift adalah tipe lift yang direncanakan untuk 2 orang pengguna, bergerak secara perlahan dan tidak berhenti
- Kecepatan tidak lebih dari 0,4 m/s untuk alasan keamanan.
- Tidak cocok untuk bangunan umum
- Banyak digunakan pada bangunan kantor pribadi (*private*)

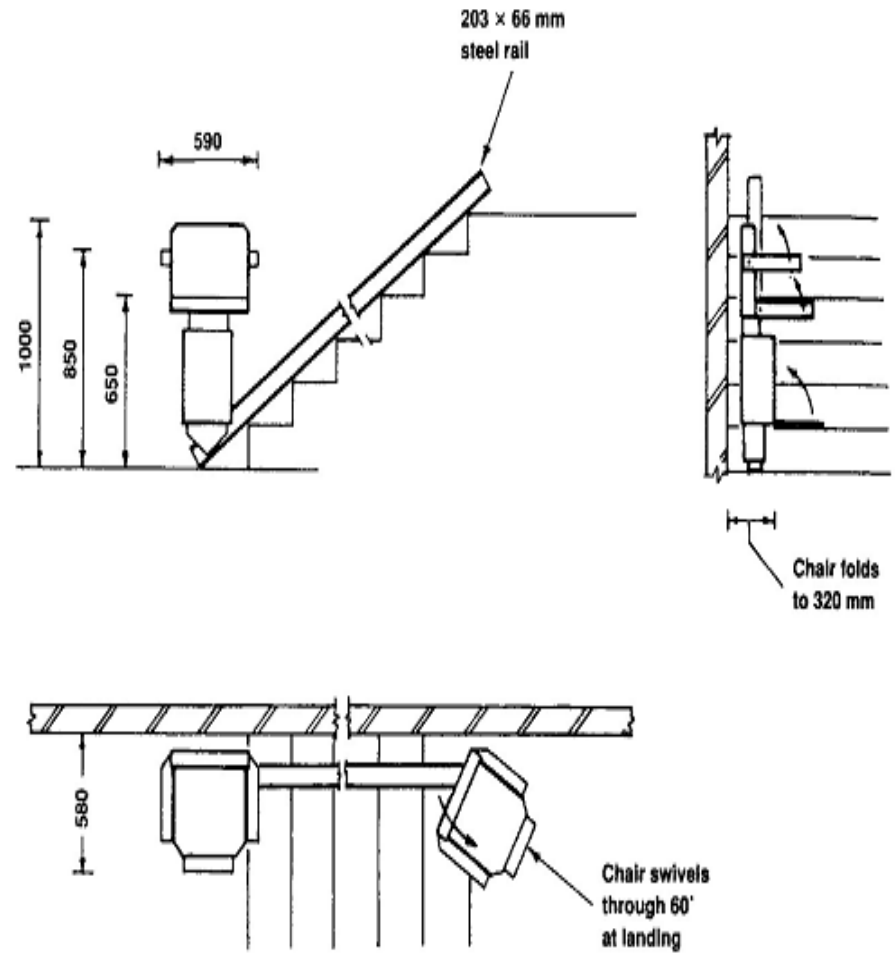


Paternoster Lift



Stair Lift

- Stair Lift adalah Lift tangga yang didesain untuk orang yang lemah/ tua dan sakit untuk mobilisasi ke lantai atas. Sering dijumpai pada rumah tinggal dan rumah sakit.
- Desain sederhana dan menggunakan kursi
- Kursi bergerak pada rel yang dilekatkan pada tangga dengan kecepatan 0,15 m/s, power 230 V AC
- Rel terbuat dari baja



Stair Lift



Tipe Lift Lainnya

- Freight Lift

Freight adalah elevator yang di desain untuk transportasi barang

- Car Lift

Car lift adalah elevator yang didesain untuk mengangkat mobil (biasa untuk parkir)



Tipe Lift Lainnya

- Dumbwaiter

Dumbwaiter adalah elevator yang didesain untuk membawa beban ringan.



Tipe Lift Lainnya

- Platform Lift

Platform Lift adalah elevator yang didesain untuk orang cacat

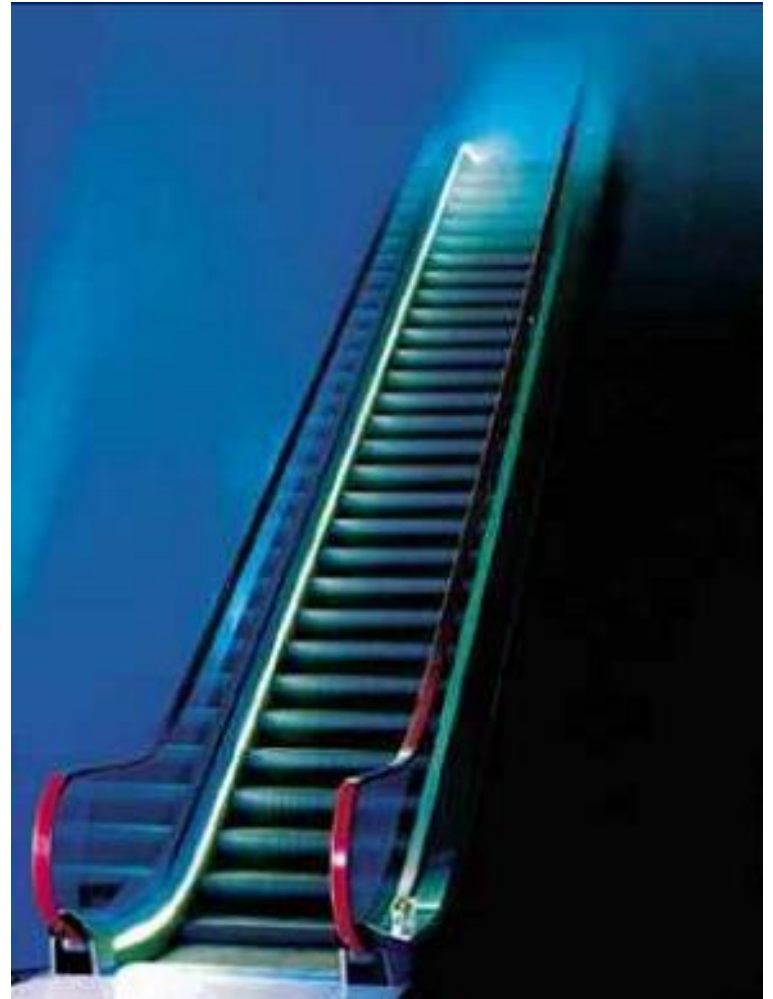


Tipe Lift Lainnya

Aircraft elevator



ESCALATOR

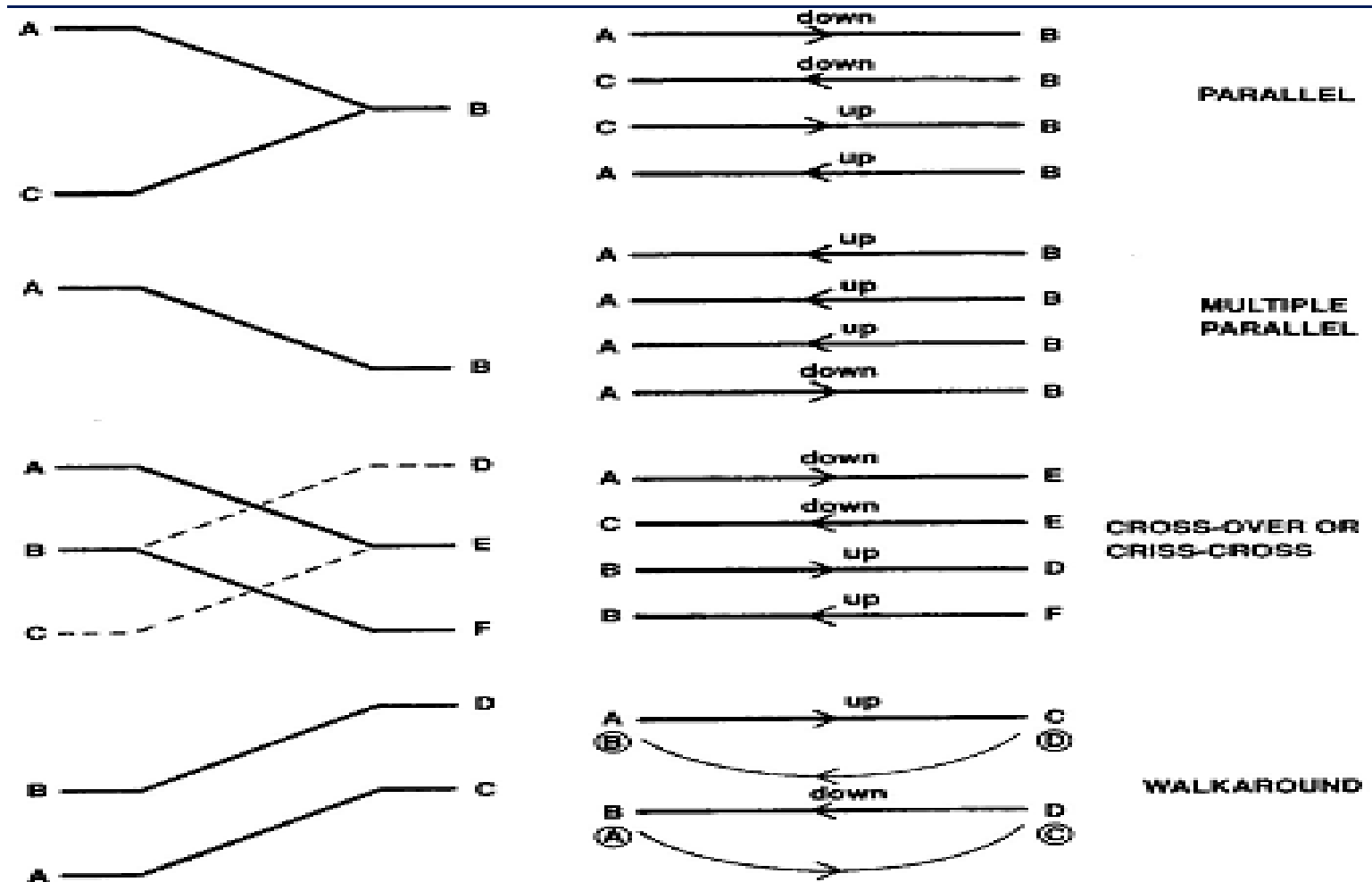


ESCALATOR

- Escalator adalah alat transportasi yang membawa orang/pengguna, terdiri dari anak tangga yang bergerak ke atas atau bawah pada lintasan/track yang permukaannya terlindung
- Penggunaan paling besar banyak dijumpai pada super mall, bandara dan terminal
- Untuk fungsi pelayanan yang baik, escalator juga dapat di buat secara berkelompok(grouping)
- Sudut miring escalator biasanya 30° - 35° untuk ketinggian lantai bangunan yang tidak melebihi 6 m
- Kecepatan di batasi hingga 0,5 m/s

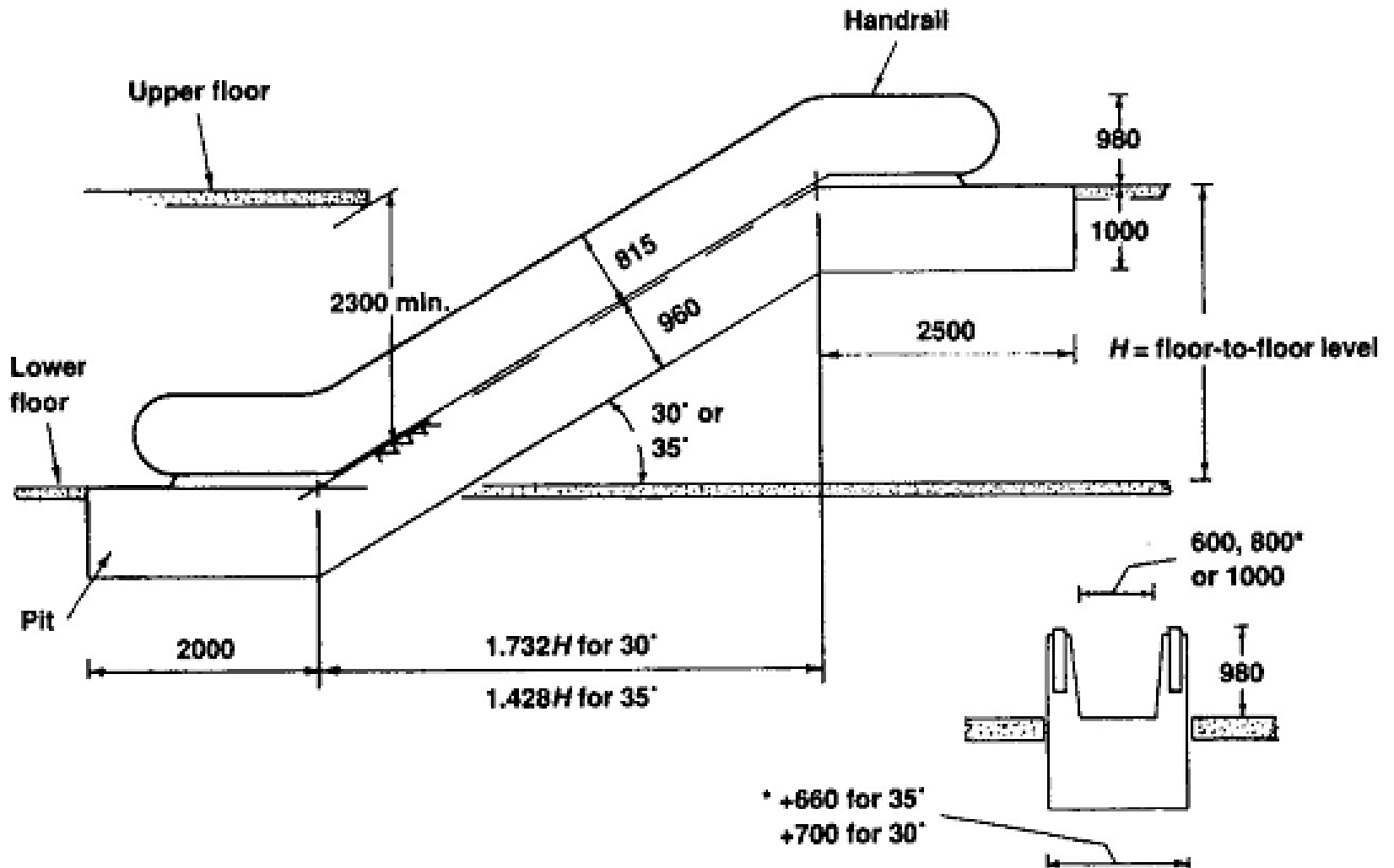
ESCALATOR

Susunan Eskalator



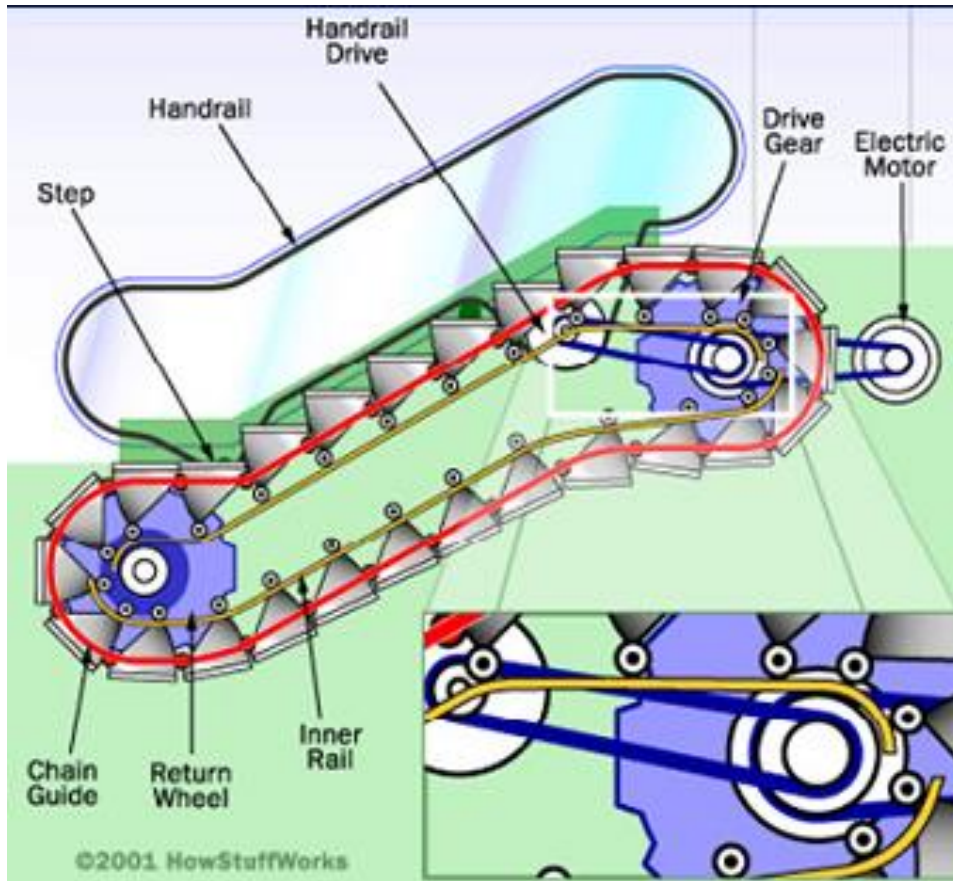
ESCALATOR

Dimensi Eskalator



ESCALATOR

Komponen Eskalator



ESCALATOR



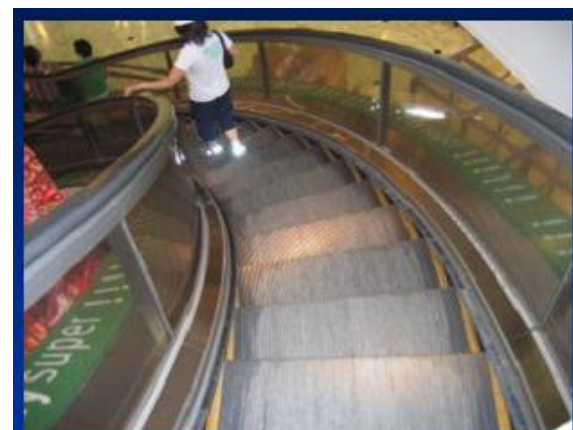
Westminster escalator



Long escalator in Washington Metro



The individual steps from an escalator



Spiral escalator

ESCALATOR CALCULATION

- CONTOH

Sebuah eskalator dengan sudut kemiringan 30° , dihitung satu orang pengguna menggunakan satu injakan (*step*), kecepatan $0,5 \text{ m/s}$, dan lebar injakan 400 mm . Hitung jumlah orang yang dapat mobilisasi per-jam nya ?

$$N = \frac{3600 \times 1 \times 0.5 \times \cos 30^\circ}{0.4}$$

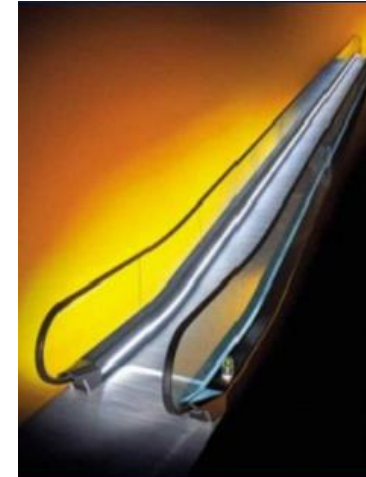
$$= 4500 \times \cos 30^\circ$$

$$= 3897 \text{ nos. persons moved per hour}$$

TRAVELATOR

- Travelator adalah alat transportasi lambat yang membawa orang secara horizontal.
- Memiliki prinsip yang sama dengan eskalator, dimana orang dapat berjalan atau berdiri.
- Secara khusus, digunakan pada stasiun kereta api besar, bandara internasional dan kompleks shopping mall
- Dalam aplikasinya, terdapat juga sudut kemiringan 15° untuk penggunaan pada perbedaan ketinggian lantai.
- Kecepatan antara 0,6 m/s hingga 1,3 m/s
- Material travelator harus fleksibel atau elastis, diperkuat oleh karet atau komposit dan terangkai dengan plat baja

TRAVELATOR



Referensi

- Greeno, R.(1997). *Building Services, Technology and Design*. Essex: Longman.
- Hall, F. & Greeno, R. (2005). *Building Services Handbook*. Oxford: Elsevier.
- <http://science.howstuffworks.com>
- <http://en.wikipedia.org>
- http://www.mitsubishi-elevator.com/products/elevators/gpm_iii/index.html
- <http://www.imem.com/en/s2/2a3.htm>

TERIMA KASIH