

SECTION 4. SISTEM ELEVATOR (LIFT)

4.1 Lift

Lift adalah alat transportasi vertical dalam bangunan bertingkat tinggi. *Lift* tersebut akan memakan volume gedung yang akan menentukan efisiensi gedung. Pemilihan kapasitas-kapasitas lift akan menentukan jumlah *lift* yang mempengaruhi pula kualitas pelayanan gedung, terutama proyek-proyek komersil. Instalasi lift yang ideal ialah yang menghasilkan waktu menunggu disetiap lantai yang minimal, angkutan *vertical* yang cepat, pemuatan dan penurunan yang cepat di setiap lantai.

Lift biasanya di gunakan untuk mengangkut orang atau barang, *lift* atau umumnya di gunakan gedung-gedung bertingkat tinggi, layanan transportasi *vertikal* ini penting untuk menjaga kelancaran pergerakan dalam suatu gedung. Maka dari itu lift adalah suatu alat transportasi yang menjadi penting dalam setiap membangun suatu gedung-gedung bertingkat tinggi, untuk memudahkan berpindah dari lantai dasar ke lantai yang paling atas, atau sebaliknya dari lantai yang paling atas kelantai yang paling dasar.

Lift ini juga di bedakan jenisnya berdasarkan pemakaian, antara lain, *lift* untuk penumpang, *lift* untuk barang, *lift* untuk kendaraan, *lift* untuk pasien, dan juga *lift dump waiters*, yaitu lift yang berbentuk kotak kecil yang sering digunakan untuk di restoran atau perpustakaan untuk mengangkut barang-barang dalam satu gedung. *Lift* pada zaman modern seperti seperti sekarang ini mempunyai tombol-tombol yang dapat di pilih penumpangnya sesuai dengan lantai tujuan mereka.

4.2 Cara Kerja Lift

Pada sistem *geared* atau *gearless* (yang masing-masing digunakan pada instalasi gedung dengan ketinggian menengah dan tinggi), kereta *elevator* tergantung di ruang luncur oleh beberapa *steel hoist ropes*, biasanya dua puli katrol, dan sebuah bobot pengimbang (*counter weight*). Bobot kereta dan *counter weight* menghasilkan traksi yang memadai antara puli katrol dan *hoist ropes* sehingga puli katrol dapat menggegam *hoist ropes* dan bergerak serta menahan kereta tanpa selip berlebihan. Kereta dan *counter weight* bergerak sepanjang rel yang *vertikal* agar mereka tidak berayun-ayun.

4.2.1 Mesin Lift *Gearless*

Mesin untuk menggerakkan elevator terletak di ruang mesin yang biasanya tepat di atas ruang luncur kereta. Untuk memasok listrik ke kereta dan menerima sinyal listrik dari kereta ini, dipergunakan sebuah kabel listrik *multi-wire* untuk menghubungkan ruang mesin dengan kereta. Ujung kabel yang terikat pada kereta turut bergerak dengan kereta sehingga disebut sebagai “kabel bergerak (*traveling cable*)”.

4.2.2 Mesin Lift *Geared*

Mesin *geared* memiliki motor dengan kecepatan lebih tinggi dan *drive sheave* dihubungkan dengan poros motor melalui gigi-gigi di kotak gigi, yang dapat mengurangi kecepatan rotasi poros motor menjadi kecepatan *drive-sheave* rendah.

Mesin *gearless* memiliki motor kecepatan rendah dan puli katrol penggerak dihubungkan langsung ke poros motor.

4.3 Jenis Penggerak Lift

Pada umumnya jenis penggerak lift dapat digolongkan menjadi dua kelompok yaitu :

1. Lift dengan sistem penggerak hidrolis (*hydrolic elevator*).
2. Lift dengan sistem penggerak dengan motor listrik (*traction type elevator*).

Perbedaan pokok dari kedua jenis lift tersebut yaitu :

Tabel 2.1 Perbedaan (*hydrolic elevator*) dan (*traction type elevator*).

No	Perbandingan	<i>Traction Machine</i>	<i>Hydrolic</i>
1.	Pelayanan	tidak terbatas	terbatas 20 meter
2.	Pemakaian	Lebih dari 80 start /stop perjam	Terbatas 80 start /stop perjam
3.	Kecepatan	Tidak terbatas (460m/menit)	Terbatas (maks 90 m/menit)

4.3.1 Lift dengan sistem penggerak hidrolis (*hydrolic elevator*).

Pada sistem hidrolis (terutama digunakan pada instalasi di gedung rendah, dengan kecepatan kereta menengah), kereta dihubungkan ke bagian atas dari piston panjang yang bergerak naik dan turun di dalam sebuah silinder. Kereta bergerak naik saat oli dipompa ke dalam silinder dari tangki oli, sehingga mendorong piston naik. Kereta turun saat oli kembali ke tangki oli. Aksi pengangkatan dapat bersifat langsung (piston terhubung ke kereta) atau *roped* (piston terikat ke kereta melalui *rope*). Pada kedua cara tersebut, pekerjaan pengangkatan yang dilakukan oleh pompa motor (energi kinetik) untuk mengangkat kereta ke elevasi yang lebih tinggi sehingga membuat kereta mampu melakukan pekerjaan (energi potensial). Transfer energi ini terjadi setiap kali kereta diangkat. Ketika kereta diturunkan, energi potensial digunakan habis dan siklus energi menjadi lengkap sudah. Gerakan naik dan turun kereta *elevator* dikendalikan oleh katup hidrolis.

Lift ini tidak menggunakan penyeimbang beban sehingga motor bekerja sendiri dan relatif berukuran besar untuk dapat mengangkat muatan dan berat mati sangkar. Penggerak pada *lift* ini terdiri dari motor listrik dan pompa. Tekanan oli berasal dari pompa silinder, sangkar lift diletakkan diatas pengangkat (ram), bergerak sesuai ram. Motor listrik tidak diperlukan untuk turun, melainkan katup *down* dibuka untuk membiarkan oli mengalir kebawah sehingga lift bergerak turun. Dalam hal efisiensi energi, *lift* ini kurang efisien bila dibandingkan dengan penggerak elektrik. Komponen-komponen *lift* penggerak hidrolis terdiri dari :

- 1) Tangki, terdiri atas motor, baling-baling, pompa dan katup. Motor dan pompa dicelupkan dalam oli dimana katup tersebut dipasang pada atas tangki.
- 2) Silinder dan ram. Ram bergerak bersama silinder, yang melindungi lapisan ram yang licin.
- 3) Cincin penuntun berfungsi untuk menanggulangi kesalahan jalan ram.
- 4) Segel ram berfungsi untuk menanggulangi kebocoran oli pada ujung silinder.
- 5) Cincin balik atau *scraper* berfungsi untuk menanggulangi penggoresan pada ram dengan membuang benda-benda asing sebelum kembali ke silinder.

- 6) Baling-baling (pengeluar) *bleed* untuk menghilangkan air dalam sistem.
- 7) Cincin O, menjadi segel antara kepala silinder dengan silinder.
- 8) Pengontrol, yang mengoperasikan katup dan gerbong *lift*.

Lift hidrolik juga dapat dipasang dengan lebih dari satu silinder sesuai kapasitas rata-rata muatan yang akan diangkut *lift*, kesemuanya disatukan oleh sistem hidrolik. Katup merupakan pengontrol lift (percepatan dan perlambatan). Ada 3 (tiga) bilik yaitu bilik pemompa, bilik bertekanan tinggi, dan bilik bertekanan rendah. Bilik pemompa berisi katup *by-pass* dan katup pembebas pompa, bilik bertekanan tinggi berisi katup pengawas, bilik bertekanan rendah berisi penghubung ke tangki dengan pipa balik.

Lift hidrolik pada dasarnya bukan mesin yang efisien jika dibandingkan dengan lift listrik. Karena terjadinya kehilangan energi, kehilangan energi disebabkan oleh :

- 1) Motor yang digunakan pompa untuk mengubah energi listrik menjadi mekanik pada pompa hidrolik tersebut.
- 2) Katup untuk menurunkan tekanan.
- 3) Transmisi fluida.
- 4) Memanaskan fluida.
- 5) Banyak terjadi gesekan, seperti pada silinder, rel penuntun, dan lain-lain.

4.3.2. Jenis Lift Dengan Traction Motor

Motor listrik ialah suatu mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, konstruksinya terdiri dari : motor (*armature*), slip ring (*commutator*), laher (*bearing*), stator dan pengganti motor. Jenis-jenis motor listrik terbagi menjadi 3 (tiga) yakni motor DC, motor AC, dan motor step. Penggerak elektrik merupakan pilihan utama diantara beberapa jenis penggerak daya yang tersedia pada saat ini, dikarenakan sumber daya terpusat dan sederhana.

Pada *lift* elektrik, listrik langsung digunakan untuk motor penggerak dengan mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Motor yang digunakan untuk mengangkat lift ialah motor DC, motor AC – Asinkron, atau motor AC – Sinkron. Motor DC memiliki karakteristik kontrol yang baik, percepatan, perlambatan dinamis dan mudah diatur dengan stabilitas tenaga putaran pada kecepatan rendah. Kebaikan motor DC ialah dapat memberikan kenyamanan pada saat bergerak naik, namun motor DC memiliki ukuran yang besar, harga relatif mahal, perawatan kol (*brushes*) juga sulit dan juga berisik pada saat dioperasikan.

Berikut rumus kecepatan motor DC :

$$N = \frac{V_a - (I_a \times R_a)}{F}$$

Dimana :

- N : kecepatan putaran motor (rpm)
- V_a : tegangan pada armature (Volt)
- I_a : arus pada armature (Ampere)
- R_a : hambatan listrik armature (ohm)
- F : frekuensi medan (Hz)

Lift yang mempergunakan *traction* motor dapat dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

1. Jenis Tarikan Langsung (*Drum Type*).
2. Jenis Tarikan Gesek (*Traction Drive*)

6. Drum Type Elevator

Cara operasi lift jenis ini seperti *crane-crane* pada proyek konstruksi bangunan, dengan menggulung tali baja pada tabung gulung. Pemakaian jenis lift ini pada lift penumpang tidak terlalu populer seperti pada lift traksi jenis motor *pully*, hal ini disebabkan adanya beberapa keterbatasan dalam pemakaian. Oleh karena itu *lift* jenis ini hanya dipergunakan untuk *lift-lift* dengan kapasitas kecil seperti pada lift perumahan (*home elevator*) dan (lift pelayan) *dumbwaiter*.

Adapun kelemahan tersebut, antara lain :

- a) Kecepatan yang dapat dicapai secara teknis terbatas (+/- 15 m/menit).
- b) Kapasitas angkut terbatas (maksimal 200 kg).
- c) Penggunaan tenaga listrik lebih boros (tanpa bobotimbang).

7. Traction Type Elevator

Lift jenis ini dapat digolongkan menjadi 2 (dua) penggolongan, yaitu:

A. Dilihat dari segi mesin penggerak , dibagi menjadi 2 (dua) yaitu :

1. *Geared Elevator*
2. *Gearless Elevator*



Gambar 2. Geared Elevator



Gambar 3. Gearless Elevator

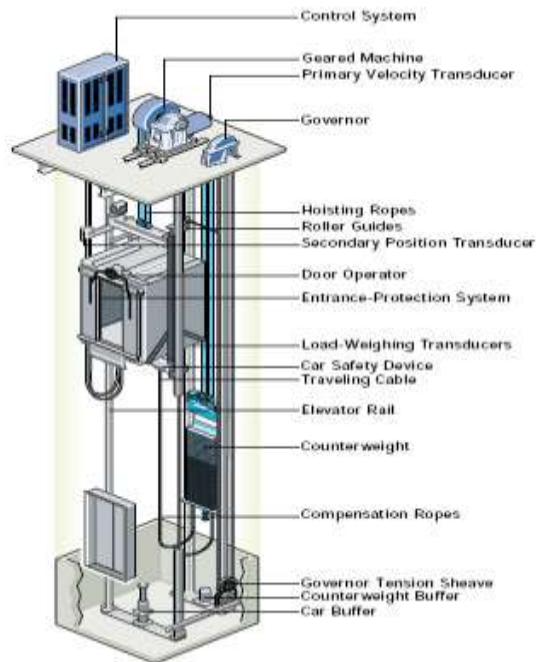
B. Dilihat dari jenis motor traksi yang dipergunakan dapat menjadi dua (2) jenis, yaitu :

1. *Lift* traksi motor AC.
2. *Lift* traksi motor DC.

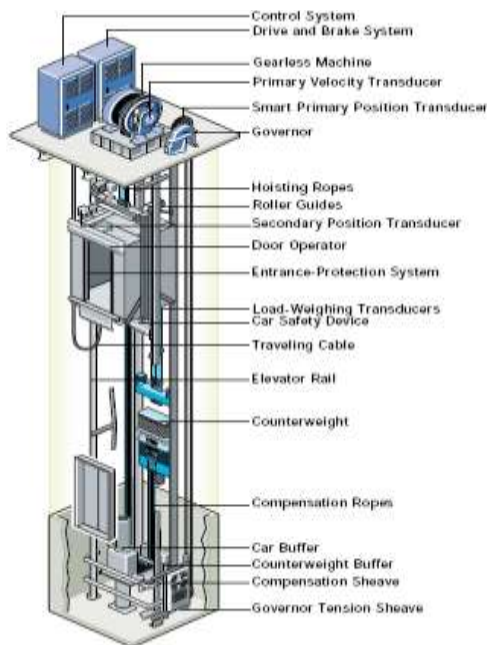
Geared elevator dengan penggerak motor AC *geared* biasanya dipergunakan pada lift berkecepatan rendah dan sedang. Sebaliknya *Gearless elevator* dengan penggerak motor DC (AC VVVF) dipergunakan pada lift kecepatan tinggi.

Kemampuan dari semua jenis tersebut diatas masing-masing mempunyai kelemahan dan kelebihan dalam penggunaannya. Namun demikian dengan berkembangnya sistem kontrol yang lebih modern (VVVF = *Variable Voltage Variable Frekwensi*) yang dilengkapi (IPM =

Integrated Power Model), maka timbul kecenderungan yang kuat untuk menggeser atau mengurangi penggunaan motor DC pada *lift-lift* keluaran terakhir dengan kemampuan yang lebih baik dan lebih hemat biaya operasi.



Gambar 4. Lift Geared Elevator



Gambar 5. Lift gearless Elevator

Spesifik lift traksi sistem pengendali motor dan *gear* motor pada motor traksi antara lain :

1. *Geared machine* dengan motor AC *single speed* : 15 – 30 m/menit.
2. *Geared machine* dengan motor AC *double speed* : 30–45 m/menit.
3. *Geared machine* dengan motor AC *VVVF* : 45 – 210 m/menit.
4. *Gearless machine* dengan motor DC atau *VVVF* : > 150 m/menit.

Pada umumnya lift jenis traksi meletakkan motor traksi dan panel *control* diatas ruang luncur (*hoistway*), namun demikian dalam beberapa kasus tertentu penempatan motor traksi dan panel *control* ada yang diletakkan samping bawah atau disamping atas ruang luncur. Untuk mengatasi masalah dimana ketinggian bangunan yang terbatas.

4.4 Jenis Lift / Elevator

Pada prinsipnya *lift / Elevator* di bagi beberapa jenis, yaitu :

1. Lift penumpang (*Passanger Elevator*).
2. Lift barang (*Freight Elevator*).
3. Lift *observation*.
4. Lift *automobile*.
5. Lift *fire*.
6. Lift pelayan (*Dumb Waiter*, lift barang berukuran kecil.)

Secara teknis lift-lift tersebut tidak jauh berbeda secara prinsip. Perbedaan yang nyata pada interior dan perlengkapan operasi dari lift-lift tersebut. Juga pada sistem pengamanan operasi yang dipasang sebagian besar sama, hanya pada *dumb waiter* sistem pengamanan operasi yang disediakan lebih sederhana. Perbedaan tersebut akan semakin nyata apabila dibandingkan antara lift barang untuk pabrik (besar) dengan lift penumpang yang dipergunakan didalam gedung-gedung perkantoran. Lift barang untuk pabrik (sesuai dengan kebutuhan) dilengkapi dengan pembuka pintu yang lebih besar, baik dipasang dengan pembukaan secara horizontal (terdiri lebih dari dua pintu) maupun yang dipasang dengan sistem pembukaan pintu *vertical* (biasanya terdiri dari dua daun pintu atau lebih).

Perbedaan lain juga dapat dilihat pada cara penulisan kapasitas muatannya. Kapasitas digerakan pada COP (*Car Operation Panel, Operation Panel Board*) didalam kereta biasanya dinyatakan dalam kilogram (kg) atau (lb) untuk jenis lift barang, sedangkan untuk penumpang sering dinyatakan dalam jumlah orang (*persons*) atau kombinasi keduanya. Akan tetapi perbedaan tersebut akan menjadi semakin tipis apabila kita bandingkan lift penumpang dan lift barang yang terpasang dalam gedung perkantoran. Hal tersebut disebabkan karena sebagian besar lift barang yang terpasang didalam gedung hunian dipersyaratkan juga untuk dapat mengangkut penumpang atau orang.

1. Lift penumpang (Passanger Elevator)

Lift ini merupakan lift yang paling banyak digunakan yang umumnya kita temukan dengan mudah di berbagai macam bangunan berlantai banyak, seperti perkantoran, mall, apartemen, dan gedung-gedung bertingkat tinggi. Tingkat keamanannya juga sangat tinggi karena menyangkut keselamatan manusia. Fungsi utamanya untuk memindahkan orang dari lantai dan ke tiap lantainya. Dan mempunyai bukaan pintu *center opening (co)*.

Untuk lift penumpang, biasanya kapasitasnya berdasarkan jumlah penumpang, dan biasanya kapasitas penumpang mulai dari 6 – 24 Orang.

Besarnya kapasitas sebaiknya diperhitungkan dengan matang, berdasarkan jumlah lantai yang dilayani, jumlah *traffic* pada jam-jam padat dan sepi. Untuk gedung-gedung tinggi dan populasi yang banyak diperlukan perhitungan *traffic analysis* yang lebih mendalam.



Gambar 6. Lift Penumpang

2. Lift Barang

Lift barang adalah alat angkat dan angkut yang di khususkan untuk transportasi barang. Penumpang (manusia) dilarang menaiki lift ini. Jenis lift ini banyak di gunakan di dunia industri. Lift jenis ini memiliki ukuran kabin yang lebih luas untuk media angkut barang. Tingkat *safety* yg dimiliki juga tidak setinggi lift penumpang.



Gambar 7. Lift Barang

3. Lift Observation

Pada dasarnya lift ini tidak jauh berbeda dengan lift penumpang, lift ini hanya boleh untuk penumpang saja. Hanya saja bedanya lift ini seluruh dindingnya terbuat dari bahan kaca, agar penumpang bisa melihat panorama disekitar lift atau melihat keluar lift.



Gambar 8. Lift Observation

4. Lift Automobile

Lift ini di gunakan untuk mobil, biasanya berada di lantai basement sebuah gedung bertingkat, desain interior nya pun tidak jauh berbeda dengan lift penumpang, hanya dimensi lift nya saja yang agak lebih lebar dan panjang. Dan lift ini juga ada yang fungsinya sebagai alat parkir kendaraan mobil.



Gambar 9. Lift Automobile

5. Life Fire

Lift fire adalah lift yang dipasang pada gedung bertingkat tinggi, untuk menangani apabila terjadinya kebakaran pada gedung. Apabila gedung tersebut memiliki tinggi lebih dari 20 lantai, tentunya tidak memungkinkan untuk menaiki tangga dengan peralatan lengkap dan masih bisa bekerja memadamkan api. Maka dari itulah *lift fire* sangat di butuhkan untuk para petugas pemadam kebakaran untuk memudahkan memadamkan api yang berada di lantai atas, tentunya tidak 100%. *Lift fire* tahan terhadap api pada dasarnya hampir sama dengan lift biasa, hanya saja ada bagian bagian tertentu yang diperkuat.



Gambar 10. Lift Fire

6. Lift Pelayan (Dumb Waiter, lift barang berukuran kecil.)

Lift *dumb waiter* merupakan bagian dari lift barang dengan kapasitas yang lebih kecil umumnya di bawah 300 kg. *Dumb waiter* biasanya digunakan di restaurant, laboratorium, rumah sakit, sekolah dan perkantoran.

Kemudahan dari penggunaan *dumb waiter*

merupakan daya tarik yang tersendiri karena praktis dimana si pembawa barang tidak perlu ikut turun atau naik membawa barang tersebut sehingga lebih praktis.



Gambar 11. Lift Dumb waiter

4.5 Komponen Utama Lift

Komponen utama *elevator/lift* terdiri dari 2 (dua) bagian besar , yaitu ruang mesin (*Machine Room*) dan ruang luncur (*Hoistway*).

1. Ruang Mesin (Machine Room)

Ruang mesin adalah ruang terpenting, dimana diruangan tersebut terjadinya semua proses pengoperasian *elevator* berlangsung secara keseluruhan. Didalam ruang mesin terdapat beberapa alat penggerak elevator yaitu :

a. Motor Penggerak

Motor penggerak elevator ini memiliki asupan daya tegangan bolak-balik (AC) dari PLN yang sangat berperan dalam pelaksanaan kerja elevator, motor penggerak ini mempunyai kemampuan putar antara 50 putaran per menit

sampai dengan 210 putaran per menit. Dengan kapasitas tegangan motor 7.5-13 KW , 3 phase, 380 V dan menggunakan arus maksimal 25 Ampere.

Motor penggerak ini dilengkapi dengan rem magnet (*magnetic brake*) yang dikendalikan oleh *electromagnet*, cara kerjanya yaitu berdasarkan medan magnet yang timbul akibat mengalirnya arus listrik pada kumparan selenoid, pada saat lift mencapai level lantai maka arus listrik akan mati dan secara otomatis kanvas rem akan menjepit drum motor penggerak dan menahan laju motor.



Gambar 12. Motor Penggerak

b. Governor

Governor merupakan alat pengaman kecepatan lebih (*over speed*) yang berhubungan langsung dengan alat pengaman pada kereta dengan kawat baja (*wire rope*) yang berfungsi pada arah gerak sangkar kebawah. Governor berfungsi untuk memutuskan *power*/aliran listrik ke *control* panel lift jika *governor* mendeteksi terjadinya *over speed* (kecepatan lebih) pada *traffic lift* (putaran roda *pulley* governornya).

Governor adalah komponen penggerak utama dalam *elevator*, didalam *governor* ini terdapat saklar yang berfungsi untuk menonaktifkan semua rangkaian sehingga otomatisasi *elevator* mati dan tidak berfungsi. Selain saklar juga terdapat pengait rem, pengait rem ini berfungsi untuk menghentikan kawat selling dan kawat seling ini menarik rem yang ada di kereta *elevator*.



Gambar 14. Governor bagian atas



Gambar 13. Governor bagian bawah

c. Control Panel

Panel ini adalah tempat *control elevator* secara otomatis, *panel* ini terdapat *inverter* motor dan *program logic control* yang berfungsi untuk mengatur gerakannya elevator. *Panel* juga tempat peralatan elektronik atau komputer untuk mengendalikan jalannya lift sesuai tujuan yang diminta penumpang.



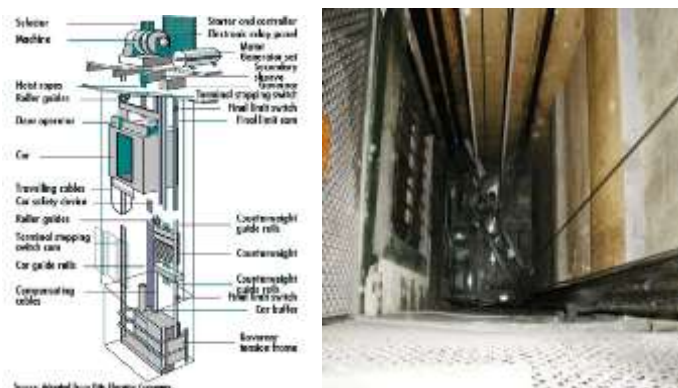
Gambar 15. Control panel

Control Panel terbagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu :

1. *Panel* distribusi (*Distribution Panel*) adalah panel penerima daya listrik dari panel sumber listrik utama dalam bangunan dan diteruskan *panel lift*.
2. *Panel control* adalah terdiri dari satu atau beberapa panel yang berisi PCB dan komputer berfungsi untuk mengatur jalannya *lift*. Rangkaian *control panel* terdiri dari kotak *relay*, tombol perintah arah bolak-balik (*puah button*), dan lampu petunjuk posisi *lift* (*digital elevator*).

2. Ruang Luncur (Hoistway)

Ruang luncur adalah lubang lintasan dimana sangkar tersebut bergerak naik dan turun. Lubang harus merupakan lubang tertutup dan tidak ada hubungan langsung ke ruang diluarnya, *elevator* menjangkau tiap-tiap lantainya.



Gambar 16. Ruang Luncur (Hoist way)

Didalam ruang luncur ini terdapat beberapa komponen utama yang tak kalah pentingnya dibandingkan dalam ruang mesin, antara lain :

a. Rel (Guide Rail)

Rel adalah profil baja khusus pemandu jalannya sangkar (*car*) dan bobot pengimbang (*counter weight*), Ukuran rel untuk kereta biasanya lebih besar dari pada rel untuk bandul pengimbang. Terpasang tegak lurus dari bawah sampai keatas. Adapun fungsi rel ada empat yaitu :

- 1) Sebagai pemandu jalannya kereta dan bobot imbang (*counterweight*) lurus vertikal.
- 2) Sebagai penahan agar kereta tidak miring saat pemuatan dan akibat beban tidak merata.
- 3) Sebagai sarana tempat memasang saklar, pengungkit (*Cam*) dan puli penegang.
- 4) Sebagai penahan saat kereta dihentikan oleh pesawat pengaman (*safety device/gear*).

b. Sakelar batas lintas (Limit Switch)

Ada dua jenis sakelar batas lintas untuk pembalik arah *direction switch* dan *final switch*, biasanya terpasang pada rel kereta, dipasang dibagian atas dan bagian bawah rel berfungsi untuk menjaga agar kereta tidak menabrak pit atau lantai kamar mesin.

c. Pelat Bendera (Floor vane)

Dipasang pada rel kereta yang fungsinya untuk mengatur pemberhentian kereta pada lantai yang dikehendaki dan mengatur pembukaan pintu pendaratan (*landing door*). Untuk jenis tertentu *landing vane* ini ditiadakan dan diganti dengan pulsa detector (*encoder*) di kamar mesin.

d. Pintu Pendaratan (Hall Door)

Terdiri dari beberapa bagian, antara lain : *door hanger*, *door sill* dan *door panel*. Berfungsi untuk menutup ruang luncur dari luar. Pada *hall door* ini dipasang alat pengaman secara sehingga apabila salah satu pintu terbuka lift tidak dapat dijalankan.

i. Kereta/Sangkar (*car*)

- a. Untuk menghindari jumlah penumpang melebihi kapasitas lift, maka luas kereta harus dibatasi.
- b. Cara menentukan jumlah maksimum orang yang dapat diangkut dalam sebuah kereta adalah kapasitas angkut dalam kilogram dibagi 68 dan atau 75.
- c. Hubungan antara beban rata-rata dan luas kereta sebagai acuan tercantum dalam Tabel 2.2
- d. Berat barang yang dibawa oleh penumpang harus diperhitungkan sebagai beban angkut lift.

Sangkar *elevator* beroperasi pada ruang luncur dan menapak pada rel di kedua sisinya, pada sisi kanan dan kiri terdapat pemandu rel yang

berfungsi memandu atau menapaki rel. Sangkar merupakan komponen atau alat yang berfungsi untuk mengangkut penumpang yang ingin naik dan turun.

Pada pintu kereta *elevator* juga terdapat sensor gerak (*safety ray*) dan sensor sentuh (*safety shoe*) yang terpasang pada pintu kereta dan berfungsi supaya penumpang elevator tidak terjepit pintu elevator, pada umumnya luas ruangan sangkar antar 0,3 sampai 0,5 m² dan tingginya sekitar 2 meter lebih, biasanya kapasitas beban angkutnya sekitar 800 kg sampai 1600 kg dengan kapasitas penumpang antara 8 sampai 16 penumpang.

Tabel 2. Beban rata-rata dan luas kereta maksimal

No.	Luas kereta maksimal (m ²) Toleransi ±0,10 m ²	Jumlah penumpang maksimal (orang)	Pembulatan beban (kg)
1	0,90	4	300
2	1,00	5	375
3	1,20	6	450
4	1,30	7	500
5	1,50	8	550
6	1,60	9	600
7	1,80	10	680
8	1,90	11	750
9	2,05	12	820
10	2,20	13	900
11	2,35	14	950
12	2,50	15	1000
13	2,65	16	1100
14	2,75	17	1150
15	2,85	18	1250
16	3,00	19	1300
17	3,15	20	1360
18	3,56	23	1600



Gambar 17. Sangkar Lift

Bagian-bagian yang terdapat pada sangkar/kereta lift, yaitu :

1. Pintu Kereta (Car Door)

Terdiri dari beberapa bagian, antara lain: *door hanger*, *door sill*, *door panel* dan *mechanism* yang mengatur buka tutup pintu. Berfungsi untuk menutup kereta dari luar. Pada pintu kereta (*car door*) ini dipasang alat pengaman secara seri sehingga apabila pintu terbuka lift tidak dapat dijalankan.

- a. *COP (Car Operating Panel/Operating Panel Board)*
Ada satu atau lebih COP. Biasanya terletak pada sisi depan kereta (pada *front return panel*) pada panel tersebut terdapat tombol-tombol lantai dan tombol pengatur buka tutup pintu.
- b. *Interphone*
Biasanya terletak pada COP (atau pada lokasi yang mudah dicapai) yang berfungsi untuk mengadakan komunikasi (dalam keadaan tertentu) antara kereta, kamar mesin (Machine Room) dan ruang kontrol gedung.
- c. *Alarm Buzzer* terletak pada COP (OPB)
Berfungsi untuk memberi tanda bila lift berbeban penuh atau tanda-tanda lain.
- d. *Switching Box*
Biasanya menjadi satu dengan COP, biasanya terletak dibawah COP secara tertutup, yang dapat dibuka hanya dengan kunci khusus didalamnya terletak tombol-tombol pengatur.
- e. *Floor Indicator*
Adalah nomor penunjuk lantai dan arah jalannya kereta. Biasanya terletak di sisi atas pintu kereta (*transom*) atau pada COP.
- f. *Lampu Darurat (Emergency lighting)*
Biasanya terletak diatas atap kereta, fungsinya untuk menerangi kereta dalam keadaan darurat (listrik mati) dengan sumber dari baterai.
- g. *Sakelar Pintu Darurat (Emergency exit switch)*
Terletak pada pintu darurat diatas kereta. Fungsinya untuk memastikan agar kereta tidak berjalan apabila pintu darurat dibuka untuk proses penyelamatan.
- h. *Sakelar Tali Baja (Rope switch)*
Terletak diatas kereta pada bagian pengikat tali baja. Fungsinya untuk mematikan lift apabila ada salah satu rope yang kendor atau putus.
- i. *Safety Link*

Adalah mekanisme penggerak alat pengaman (*safety device*) diatas kereta yang dihubungkan dengan governor dikamar mesin. Berfungsi untuk menahan kereta *over speed* kebawah (dalam keadaan darurat).

- j. *Selector Switch* (untuk lift jenis lama)
Adalah mekanisme penggerak alat pengaman (*safety device*) diatas kereta yang dihubungkan dengan lift. Berfungsi untuk memberhentikan kereta elector tape mengalami kerusakan (dalam keadaan darurat).

2. Ruang Dasar (Pit)

Ruangan dibagian bawah dari ruang luncur yang fungsinya memberikan kesempatan kereta untuk menghabiskan tenaga kinetik yang diredam oleh buffer pada saat lift mengalami jatuh ke pit.

Bagian-bagian yang terdapat pada ruang dasar, yaitu :

- a. Peredam (*Buffer*)
Terletak di dua tempat, satu set untuk kereta dan satu set untuk beban pengimbang. Berfungsi untuk meredam tenaga kinetik kereta dan bobot imbang pada saat jatuh.



Gambar 18. Peredam (*Buffer*)

- b. Governor Tensioner
Merupakan puli berbandul sebagai penegang rope governor, terletak di pit.
- c. Stop Kontak
Terletak didinding pit bagian depan sebagai sumber daya listrik sebagai penerangan pit pada saat melaksanakan perawatan atau perbaikan.
- d. Sakelar Lekuk Dasar (pit switch)
Terletak didinding pit bagian depan sebagai sakelar pengaman bagi pekerja yang berada di pit.

3. Bobot Penyeimbang (*counter weight*)

Bobot penyeimbang merupakan alat untuk menyeimbangkan beban yang ada di sangkar yang teruskan ke mesin pengangkat yang bertujuan untuk merigankan kerja dari mesin pengangkat. Bobot penyeimbang atau *counter weight* biasanya terpasang dibelakang atau disamping kereta, bobot dari bobot imbang ini harus sesuai dengan ketentuan yang ada.

Faktor-faktor yang menentukan berapa berat dari bobot imbang ini diantaranya harus memperhitungkan berat kereta, kapasitas penuh pada kereta dan faktor keseimbangan.

Besar faktor keseimbangan biasanya sebagai berikut :

Tabel 3. Besaran Faktor bobot imbang

Kapasitas Elevator	Faktor Keseimbangan
>> 1200 kg	40 % s/d 42,5 %
600 kg s/d 1150 kg	45 %
1300 kg s/d 1580 kg	50 % s/d 55 %

Sebagai contoh, elevator dengan kapasitas $Q = 1600$ kg dengan berat kereta kosong 2400 kg dan faktor bobot imbang sebesar 55% maka perlu diimbangi dengan bandul (*filler weight*) ?

Penyelesaian :

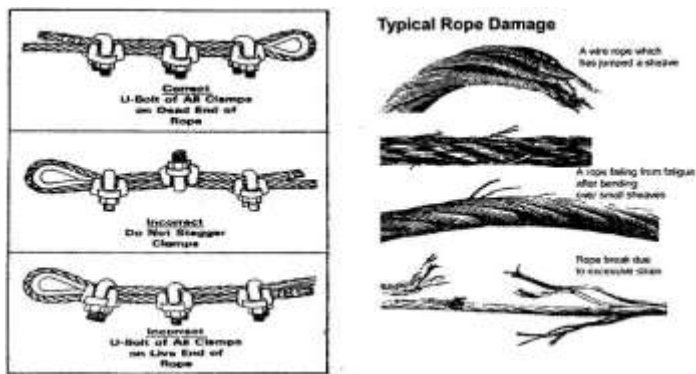
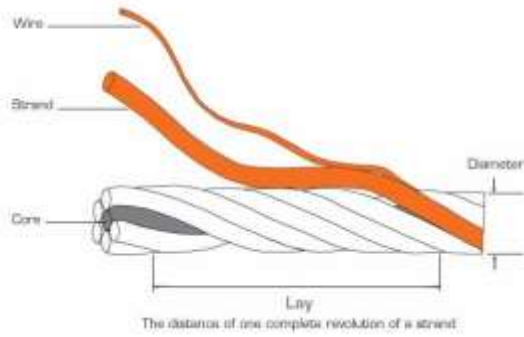
$$2400 + 55\% \times 1600 = 3280 \text{ Kg}$$

4. Tali Baja/Sling (Wire Rope)

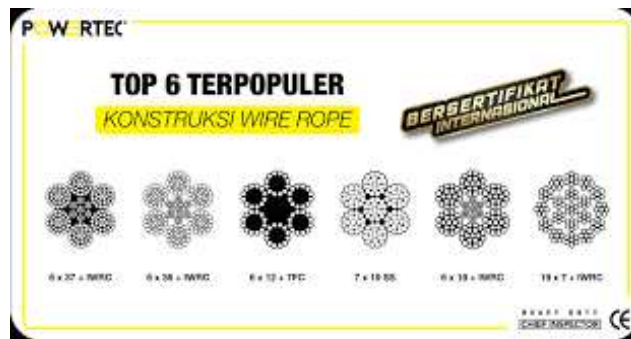
Tali baja berfungsi sebagai alat untuk menggantung sangkar dan beban penyeimbang. Tali baja tarik khusus untuk lift harus dibuat dari kawat baja yang cukup kuat, tetapi cukup lemas dan tahan tekukan, dimana tali tersebut bergerak bolak balik melalui roda. Batas patah elemen kawat baja ialah kira-kira 19.000 kgf/cm^2 atau 190 kgf/mm^2 (*high content carbon steel*).

Konstruksi tali yang khas untuk lift terdiri dari 8 pintalan yang dililitkan bersama, arah kekiri ataupun kekanan dengan inti ditengah dari serat sisal manila henep, yang jenuh mengandung minyak lumas. Tiap-tiap pintalan terdiri dari 19 kawat yaitu 9.9.1, artinya 9 kawat diluar, 1 dipusat dan 9 lagi diantaranya. Biasanya 9 elemen kawat baja yang diluar dibuat dari baja "lunak" (130 kgf7mm^2) agar menyesuaikan gesekan dengan roda puli dari besi tuang, tanpa rnenimbulkan keausan berlebihan. Konstruksi tali sering disebut atau ditulis 8×19 atau $8 \times 9.9.1$. FC (*fibre core*).

Inti serat sisal dapat juga diganti dengan serat sintetis. Adapun tujuannya hanya sebagai bantalan untuk mempertahankan bentuk bulat tali dan memberikan pelumasan pada elemen kawat. Tali baja yang dilengkapi inti serat diberi kode FC (*fibre core*), untuk membedakan dengan tali yang dilengkapi inti kawat baja atau kawat besi yang diberi kode IWC (*independent wire core*). Yang tersebut terakhir tidak memberikan pelumasan dan tidak digunakan untuk lift karena tidak luwes.



Gambar 19. Pintalan (strand) atas 19 kawat dan lilitan atas 8 pintalan



Gambar 20. Konstruksi tali baja

Keterangan:

- Adalah jenis regular 6 x 19 FC,
- Adalah jenis *Warrington* 6 x 19 FC,
- Adalah jenis *seale* 6 x 19 FC (untuk lift 8 x 19 FC /lebih luwes),
- Adalah jenis *tiller* 6 x 6 x 7 FC (dilarang untuk lift).

Inti serat sisal dapat juga diganti dengan serat sintetis. Adapun tujuannya hanya sebagai bantalan untuk mempertahankan bentuk bulat tali

dan memberikan pelumasan pada elemen kawat. Tali baja yang dilengkapi inti serat diberi kode FC (*fibre core*), untuk membedakan dengan tali yang dilengkapi inti kawat baja atau kawat besi yang diberi kode IWC (*independent wire core*). Yang tersebut tidak memberikan pelumasan dan tidak digunakan untuk lift karena tidak luwes.

Dilihat dari segi arah pilinan, tali dibedakan atas 2 jenis yaitu :

- a. Regular lay, jika arah pilinan kawat berlawanan dengan arah lilitan dan *strand*.
- b. Lang lay, jika arah pilinan kawat sama searah dengan lilitan dan *strand*.

Keuntungan dari lang lay ialah kemuluran tali lebih kecil yaitu 0.1 % hanya dibanding dengan regular lay 0.5%. Tekanan pada alur puli lebih kecil sehingga lebih awet dan lebih luwes, tidak mempunyai sifat kaku (menendang) saat mau dipasang. Lang lay dipakai untuk instalasi lift berkecepatan tinggi diatas 300 m/menit, dan jarak lintas diatas 200 m.

Lang lay juga lebih tahan terhadap *fatigue*, tetapi batas patah lebih kecil kira-kira 10% dibanding dengan regular lay. Umpama pada tali berdiameter 13 mm, untuk regular lay batas patah 6500 kgf, sedangkan pada lang lay sebesar kira-kira 5800 kgf.

Kabel baja yang merupakan sarana untuk pengangkatan mempunyai sifat-sifat yang berbeda dengan rantai, yaitu :

Kebaikannya :

- a. Tahan terhadap beban kejut.
- b. Bila akan putus memperlihatkan tanda-tanda.
- c. Berat per satuan panjang adalah kecil.
- d. Elastis.
- e. Tidak berisik bila digunakan.
- f. Dapat digunakan untuk kecepatan angkat yang tinggi.

Kejelekannya :

- a. Tidak tahan terhadap korosi.
- b. Sukar untuk ditekuk-tekuk, sehingga memerlukan drum atau teromol penggulung yang besar.
- c. Dapat mulur atau memanjang.
- d. Cenderung untuk berputar.

5. Tali Baja Kompensasi

Tali baja kompensasi dipasang sebagai pengimbang berat tali baja tarik, terutama pada instalasi lift dengan tinggi lintas lebih dari 35 meter lift dengan berkecepatan 210 m/menit keatas. Lift dengan lintas rendah sampai 35 m dan berkecepatan dibawah 210 m/menit menggunakan rantai gelang sebagai pengimbang berat tali baja tarik, terutama dengan alasan ekonomis.

Salah satu manfaat penggunaan kompensasi berat atas tali baja ialah menjaga hubungan traksi T1/T2 konstan sepanjang lintasan. Lonjakan kereta dapat terjadi saat bobotimbang membentur peredam di *pit*. Oleh karena itu *overhead* harus diperhitungkan tingginya untuk cukup menampung tinggi ruang aman disamping

lonjakan kereta setinggi setengah langkah peredam. Setelah terjadi lonjakan, kereta akan jatuh kembali ke posisi menggantung dengan menimbulkan tegangan dinamis pada tali baja tarik sesaat, setelah lonjakan. Kejutan semacam itu juga dapat terjadi saat pesawat pengaman bekerja yaitu kereta meluncur *overspeed* kebawah tiba-tiba dihentikan, sehingga bobot irnbang melonjak keatas sesaat dan kembali ke kedudukannya menggantung dengan menimbulkan tegangan dinamis pada tali baja tarik.

Tali kompensasi mempunyai peranan meredam peristiwa lonjakan tersebut. Untuk mengurangi tegangan dinamis pada tali baja tarik, terutama pada lift berkecepatan diatas 210 m/menit, maka dipasang roda teromol di *pit* sebagai penegang tali kompensasi. Teromol tersebut beralur sesuai dengan jumlah dan besarnya tali kompensasi serta duduk pada rumah yang bebas naik-turun mengikuti ayunan, yang dipandu oleh sepasang rel vertikal.

Gerakan ayunan naik-turun rumah teromol tersebut perlu diredam dengan satu atau dua buah *shock breaker* (sejenis yang digunakan pada kendaraan bermotor) yang diikat pada dasar *pit* sekaligus sebagai penahan kereta agar tidak atau hampir tidak melonjak. Posisi kereta diujung atas dimulai dari tali kendor atau kecepatan $V_0 = 0$, saat bobot imbang membentur penyangga dan terhenti. Tahapan berikutnya tegangan puncak tali terjadi saat tali baja tarik menahan kereta yang turun kembali dari lonjakan.

Jika tali kompensasi tidak dilengkapi dengan teromol penegang yang sesuai, dan peredam dari bobot imbang tidak dilengkapi dengan saklar pemutus arus, maka kereta dapat saja meloncat sampai membentur bagian bawah lantai kamar mesin, yaitu sesaat setelah bobot imbang membentur penyangga. Peristiwa ini sering disebut oleh teknisi lapangan sebagai peristiwa "jatuh keatas".

6. Lobi Lift (Lift Hall)

Lobi lift (*Lift Hall*) adalah ruang bebas yang terletak didepan pintu *hall lift*.

Adapun komponen-komponen dari lobi lift, yaitu :

Tombol Lantai (*Hall button*) adalah Tombol pemanggil kereta, di *hall*.

- a. Sakelar Parkir (*Parking switch*) terletak di lobi utama didekat tombol lantai (*hall button*). Berfungsi mematikan dan menjalankan lift.
- b. Sakelar Kebakaran (Fireman Switch), terletak di lobi utama disisi atas *hall button*. Berfungsi untuk mengaktifkan fungsi fireman control atau fireman operation.
- c. Petunjuk Posisi Kereta (Hall indicator) terletak di transom masing-masing lift. Berfungsi untuk mengetahui posisi masing-masing kereta.

4.6 Alat Pengaman Dan Cara Kerjanya

Lift adalah satu-satunya pesawat angkut manusia yang pada saat operasinya tidak dikemudikan/operasikan langsung oleh manusia sehingga semua penumpang lift sepenuhnya tergantung pada keandalan teknologi dari pada pesawat lift itu sendiri. Oleh karena itu keyakinan akan berfungsinya alat pengaman pada saat operasi merupakan hal yang paling utama.

Sebagian besar peralatan pengaman pada lift dipasang secara serial, sehingga apabila salah satu alat tersebut tidak berfungsi sebagaimana mestinya

seluruh pesawat tersebut akan mati dan tidak dapat dioperasikan sampai dengan alat pengaman tersebut difungsikan kembali. Adapun peralatan pengaman tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Alat Pengaman di Ruang Mesin

Alat pengaman diruang mesin dapat digolongkan menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu :

- a. Alat pengaman bersifat listrik.
- b. Alat pengaman mekanik.

Oleh karena pengecekan alat pengaman bersifat listrik memerlukan kemahiran khusus dan hampir kesemuanya terletak didalam kontrol panel. Sedangkan alat pengaman mekanik diruang mesin, antara lain :

1) Speed Governor

- a. Berfungsi untuk mendeteksi kecepatan lebih (arah turun) dan mengaktifkan mekanisme pengaman. Biasanya alat ini diset pada 110 % & 115% dari kecepatan nominal lift.
- b. Cara kerja puli *governor* yang dihubungkan dengan kereta mempunyai sistem bandul yang akan bekerja berdasarkan kecepatan *centrifugal* akan mengaktifkan suatu mekanisme yang dapat mengunci *rope governor* sehingga tali baja menarik *safety block* yang berada dikereta dan menguncinya sehingga kereta terkunci pada rel. Alat ini juga dihubungkan dengan rangkaian kontak listrik yang bekerja kecepatan 110%.

2) Rem Mekanik (Mechanical Break)

- a. Berfungsi untuk memastikan lift berhenti.
- b. Cara kerja rem ini bekerja berdasarkan pegas yang dipasang. Pada kedudukan sepatu yang cara pembukaannya digerakan oleh motor rem. Semua peralatan pengaman dihubungkan dengan motor rem ini. Pada saat motor traksi maka rem ini bekerja. Untuk membukanya diperlukan peralatan khusus (yang biasanya disediakan di Ruang Mesin).

2. Alat Pengaman di Ruang Luncur

Door Lock

- a. Berfungsi untuk mengunci pintu hall.
- b. Cara kerja alat ini bekerja berdasarkan pegas dan gravitasi dari pengait. Padanya dipasang kontak listrik yang dihubungkan dengan sistem pengaman yang secara seri, kontak tersebut akan selalu pada posisi tertutup apabila dalam keadaan tertutup dan sebaliknya. Cara pembukaan pintu biasanya dengan suatu alat khusus dan dianjurkan tidak sembarang orang untuk mempergunakannya.

Limit switch

- a. Berfungsi untuk menjaga agar kereta tidak melewati batas lintasan yang di ijinakan pada arah keatas maupun pada arah kebawah.

- b. Cara kerja alat ini merupakan kontak listrik yang digerakan oleh sentuhan batang pengungkit yang dipasangkan pada kereta, dipasang di dua tempat, yaitu pada main rail dibagian atas (setelah lantai teratas) dan dibagian bawah setelah lantai terbawah. Alat ini terdiri dari 2 (dua) tingkat, yaitu *Limit switch* pembalik arah dan *final limit switch*.

3. Alat pengaman di Kereta

Door lock

- a. Berfungsi untuk mengunci pintu kereta.
- b. Cara kerja tidak seperti pada *hall door*, penguncian pintu kereta dilakukan pada motor penggerak pintu. Pada alat ini juga dipasang rangkaian kontak listrik dipasang seri dengan alat pengaman yang lain.

Door Edge dan Photo Cell

- a. Berfungsi untuk menghindarkan penumpang terjepit pintu.
- b. Cara kerja kedua alat ini dipasang pada pintu kereta (tidak selalu dipasang keduanya) yang mempunyai rangkaian kontak listrik yang dipasang seri dengan alat pengaman yang lain. Rangkaian ini akan terputus apabila *door edge* masuk atau sinar *photo cell* terputus. Pada kasus tertentu dipergunakan sistem yang mempergunakan medan magnet.

Over Load Device

- a. Berfungsi untuk menahan lift agar tidak jalan apabila terjadi muatan lebih.
- b. Cara kerja alat ini dipasang dibawah atau diatas kereta atau di ruang mesin juga mempunyai rangkaian kontak listrik yang dipasang seri dengan alat pengaman yang lain. Rangkaian ini akan terputus apabila terjadi beban lebih.

Emergency Exit Switch (man hole)

- a. untuk mengunci motor traksi apabila terjadi proses evakuasi keatas kereta.
- b. Cara kerja rangkaian kontak listrik dipasangkan pada pintu Kontak akan terputus apabila pintu *emergency* dibuka.

Safety Gear

- a. Berfungsi untuk memberhentikan kereta apabila terjadi kecepatan lebih kearah bawah.
- b. Cara kerja alat ini dipasang 2 (dua) buah, masing-masing dipasang di bagian bawah kiri dan kanan kereta. Alat ini bekerja berurutan dengan bekerjanya *speed governor* di ruang mesin.



Gambar 21. Safety gear

Rope Switch

- a. Berfungsi untuk menahan lift agar tidak jalan apabila ada *wire rope* yang rusak
- b. Cara kerja alat ini dipasang diatas kereta atau di ruang mesin, juga mempunyai rangkaian kontak listrik yang dipasang seri dengan alat pengaman yang lain. Rangkaian ini akan terputus salah satu *rope* kendor atau putus.

4. Alat Pengaman di Pit

Governor Pit Switch

- a. Berfungsi untuk memutus rangkaian pengaman apabila *governor rope* terjadi kelainan.
- b. Cara kerjanya merupakan rangkaian kontak listrik yang dihubungkan dengan alat pengaman lain. Kontak akan terputus apabila posisi bandul *governor* tidak memenuhi persyaratan operasi.

***Buffer* (penyangga atau peredam)**

Berfungsi meredam gaya tumbuk (*impact*) dari kereta atau bobot imbang yang terjatuh menimpa dan membentur *buffer*, jika alat pengaman terlambat bekerja atau bekerja pada saat kereta telah menjelang lantai terbawah. Pada dasarnya alat pengaman bekerja oleh sebab kecepatan lebih (*overspeed*) sebesar 115% dari kecepatan nominal. Jika terjadi *overspeed* pada saat mendekati lantai terminal bawah, maka kereta membentur *buffer* (penyangga). Oleh karena itu perhitungan langkah peredam (*buffer stroke*) atas dasar $1,15 V$ (V =kecepatan nominal) dan perlambatan sebesar maksimal g ($=9,8 \text{ m/s}^2$), kecuali sesaat benturan, yaitu tidak boleh melebihi dari $2,5 g$ ($=24,5 \text{ m/s}^2$), menurut ANSI A17.1. Cara kerja *buffer* ini seperti kerja *shock absorber* pada kendaraan bermotor.

Compensating Switch

- a. Fungsi untuk memutus rangkaian pengaman apabila *compensating sheave* terjadi kelainan.
- b. Cara kerja seperti *governor switch*

4.7 Ketentuan Teknik

Dalam merancang suatu *lift/elevator* bukan hanya keindahan tampak bangunan dan keserasian bangunan terhadap lingkungan yang harus kita perhatikan. Namun juga kenyamanan saat menggunakan fasilitas yang berada dalam gedung tersebut, contohnya dalam menggunakan alat transportasi vertikal dalam gedung. Maka dari itu perancangan alat transportasi vertikal ini harus benar-benar di perhatikan oleh semua kontraktor yang membangun sebuah gedung, adapun ketentuan-ketentuan tersebut, yaitu :

2.7.1 Umum

Ketentuan ini mencakup dalam semua peralatan lift yang digunakan untuk merancang lift dalam sebuah gedung sesuai dengan fungsinya.

Tabel 4. Peralatan Lift sesuai Fungsi bangunan

NO	Bangunan Dari Segi Fungsinya	Kelas Bangunan	Peralatan Utama Sirkulasi dan Transportasi
1.	Fungsi Usaha		
	Kantor (komersial atau mewah)	5	Lift cepat (orang dan service)
	Kantor (instansi/lembaga)	5	Lift cepat (orang dan service)
	Hotel mewah (bintang)		Lift, eskalator, dan lift service
	Hotel resort		Lift prang dan service
	Stasiun (terminal) kereta api		Eskalator
	Bandar udara (airport)		Eskalator dan travelator
	Toserba (departemen store)		Eskalator, service
	Menara observasi (plus restoran)		Lift cepat
	Parking lot – mobil	7	Lift barang
	Pabrik/industri	8	Lift hidrolik
	Ruang pameran	7	Eskalator dan lift barang
2.	Fungsi Sosial		
	Rumah sakit	9a	Lift pasien
	Klinik tanpa ruang oprasi	9a	Lift pasien
	Universitas (sekolah)	9a	Lift atau eskalator
3.	Fungsi Hunian		
	Apartemen mewah	3	Lift sedang
	Rusun (rumah susun)	3	Lift lambat
	Asrama/rumah perawatan	2	Lift perumahan
	Ruko (rumah toko)	2	Lift perumahan
4.	Fungsi Umum dan Budaya		
	Arena olahraga	9b	Eskalator
	Gedung pertemuan	9b	Eskalator
	Museum	9b	Eskalator
	Gedung kesenian (teater)		Eskalator
	Penjara		Lift perumahan dan lift barang

2.7.2 Pemilihan Lift

Pemilihan lift ialah menentukan jenis lift yang akan di pasang dengan nilai ekonomi investasi yang wajar. Perencanaan awal yang baik sangatlah berpengaruh terhadap operasi dan daya guna lift sebagai sarana transportasi vertikal suatu gedung. Sebaliknya, jika salah memilih sistem akibatnya akan terasa sepanjang jaman dan merugikan pemilik gedung. Jalan keluarnya pun sulit dan biasanya membutuhkan biaya yang cukup besar. Aspek yang harus ditinjau dalam perencanaan lift adalah lokasi dan konfigurasi *layout*, jumlah, kapasitas dan kecepatan, *grouping*, *single deck* atau *double deck*, *sky lobby* dengan *shuttle service*, *zoning* (*high rise* atau *express lift* dan *low rise*).

Beberapa faktor yang mempengaruhi pertimbangan pemilihan sistem desain lift adalah :

1. Jumlah lantai yang dilayani
2. Jarak lantai ke lantai
3. Jumlah penghuni tiap-tiap lantai
4. Lokasi gedung
5. Penggunaan khusus lift dalam gedung
6. Lantai-lantai khusus
7. Fungsi gedung

4.8 Persyaratan Dasar Pemasangan Lift

Pemilihan lift didasarkan atas persyaratan dasar sebagai berikut :

1. Kecepatan dan kapasitas harus sesuai dengan tinggi dan luas bangunan
2. Konfigurasi susunan dan tata letak lift
3. Pemilihan jenis motor penggerak dan jenis kendali operasi

1. Kecepatan dan Kapasitas Harus Sesuai Dengan Tinggi dan Luas Bangunan

Kecepatan lift dengan penggerak motor di atas antara 2,5 sampai 9 meter/detik. Kecepatan dipilih tergantung tinggi gedung. Makin tinggi gedung, makin cepat lift. Kecepatan mempengaruhi waktu bolak-balik lift dan waktu menunggu lift. Sebagai batas kecepatan diambil gerak jatuh bebas oleh gaya tarik bumi (10 mtr/dt). Kecepatan rendah lift = 1 mt /detik, kecepatan tinggi lift = mendekati 10 mtr/detik.

Lantai kereta lift mempunyai perbedaan sekitar 6 mm dengan permukaan lantai bangunan. Pergerakan lift sangat halus dan sangat efisien dalam penggunaan energi listrik, namun harganya termasuk yang termahal dibandingkan sistem lift lainnya.

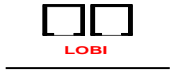


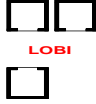
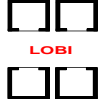


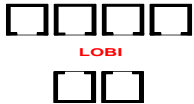
Pada lift dengan motor di bawah hanya dapat digunakan untuk melayani paling banyak delapan lantai dan biayanya sekitar 50% lebih mahal dibandingkan dengan yang bermesin di atas.

2. Konfigurasi Susunan dan Tata Letak Lift

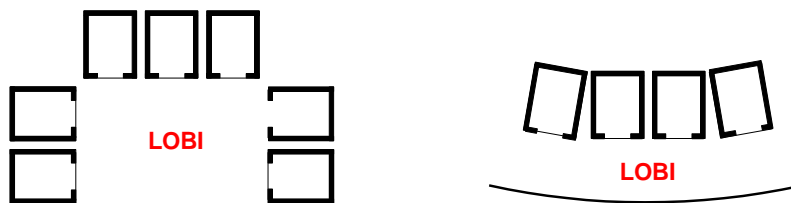
Ruang luncur lift ditentukan dari jumlah dan konfigurasi tata letak lift dengan jumlah maksimal empat buah dalam satu deretan.

Diagram pada Gambar 2.2.1 menunjukkan tata letak sekelompok lift yang baik dan alternatif lain yang masih dapat dilakukan. Perlu diingat bahwa semua hambatan

yang dapat mengganggu arus lalu lintas perlu dihilangkan. Tata letak lain yang juga sering dijumpai adalah bentuk ‘Cul-de-Sac’ dan melingkar.

BAIK	ALTERNATIF LAIN
	
	
	
	

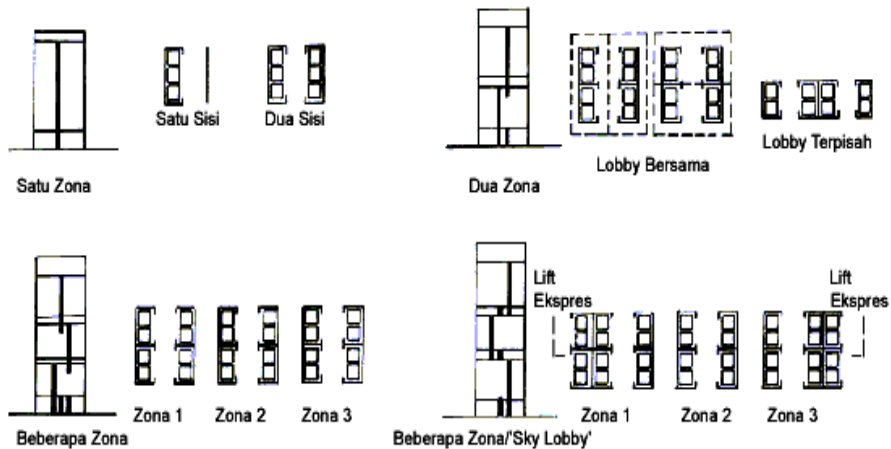
Gambar 22. Tata letak konfigurasi Lift



Gambar 23. Tata letak Lift “Cul-de-Sac” dan melingkar

Pada bangunan yang tinggi dan luas, jumlah lift yang diperlukan meningkat sebanding dengan jumlah lantai yang dilayani. Dengan demikian, jika mencapai suatu ketinggian tertentu, maka area luas yang digunakan untuk menempatkan lift menjadi meningkat dan melebihi ketentuan ekonomis (di atas 20% luas lantai). Jadi, pada umumnya sebuah lift hanya melayani sekitar 12 – 15 lantai, agar tidak melampaui batas tunggu dan jumlah waktu perjalanan yang disyaratkan.

Pengaturan tata lift pada lobi yang dikaitkan dengan pembagian zona layanan lift dapat dilihat pada berikut ini. Tiap zona lift biasanya melayani 10 – 15 lantai, dan 4 zona merupakan batas maksimum. Jika memerlukan zona lift lebih dari empat, maka harus menggunakan *sky lobby* (minimum dua lantai). Dan di atas *sky lobby* masih dimungkinkan untuk ditambah 2 – 3 lantai tambahan untuk ruang mekanikal/elektrikal.



Gambar 24. Tata letak lift pada Lobby dan Zona layanan Lift

4.9 Jenis Lift Berdasarkan Tinggi Rendah Dan Luas Bangunan

Jenis lift didasarkan atas tinggi-rendah dan luasnya bangunan. Pemilihan kapasitas lift harus memperhatikan bentuk, besaran, dan kegunaan bangunan. Aspek yang harus ditinjau dalam perancangan ialah : kelompok konfigurasi, tata letak, dan perhitungan jumlah, kapasitas dan kecepatan merujuk pada kriteria (parameter). Faktor yang mempengaruhi perhitungan dan pemilihan sistem ialah : Jumlah lantai yang dilayani, Jarak lantai ke lantai, dan jarak lintas, Jumlah penghuni tiap-tiap lantai, Penggunaan khusus lift tertentu, Lantai-lantai fungsi khusus, Fungsi / lokasi gedung dan pola sirkulasi saat sibuk. Sistem Pelayanan harus memperhitungkan pada saat kondisi normal maupun keadaan darurat yang disebabkan oleh kebakaran, gempa bumi, kemacetan, dan gangguan tenaga listrik.

Tabel 5. Jenis Lift

NO	Bangunan dengan indikasi luas Lantai agar tercapai Efisiensi wajar	Jumlah lantai	
		Kelas biasa (nilai ekonomi)	Kelas mewah (citra , prestis)
1	Bangunan rendah luas lantai s/d 100 m ² /lantai	2 s/d 6	6 s/d 10
2	Bangunan menengah-rendah luas lantai s/d 1500 m ² /lantai	6 s/d 10	7 s/d 20
3	Bangunan menengah tinggi luas lantai s/d 1900 m ² /lantai	12 s/d 20	13 s/d 30
4	Bangunan tinggi luas lantai s/d 2200 m ² /lantai	20 s/d 30	21 s/d 40

4.10 Kapasitas Lift

Kapasitas lift dinyatakan dalam kilogram (kg) atau jumlah orang (*person*), lift berkapasitas di bawah 6 orang memakai satuan 70 kg/orang. Sedangkan lift berkapasitas di atas 6 orang, menggunakan angka satuan 68 kg/orang. Pemilihan kapasitas lift harus memperhatikan bentuk, besaran, dan kegunaan bangunan.

Tabel 6. Kapasitas Lift bangunan rendah sampai dengan 6 lantai

No	Fungsi Bangunan	Kapasitas
1	Apatermen	300 kg (4 orang) atau 450 kg (6 orang)
2	Rumah susun	450 kg (6 orang) atau 550 kg (8 orang)
3	Rumah toko	450 kg (6 orang)
4	Asrama	550 kg (8 orang) atau 900 kg (9 orang)
4	Klinik	600 kg (9 orang) atau 750 kg (11 orang)

Tabel 7. Kapasitas Lift bangunan menengah tinggi 20 sampai 30 lantai

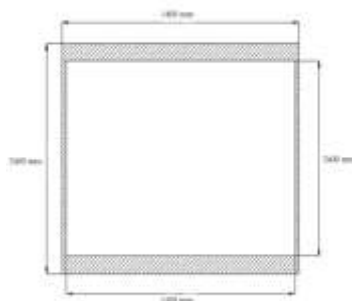
No	Fungsi Bangunan	Kapasitas
1	Kantor Mewah	1250 kg (18 orang) atau 1350 kg (20 orang)
2	Hotel Berbintang	1250 kg (18 Orang) atau 1350 kg (20 orang)
3	Rumah Sakit	1600 kg (23 orang) atau 1800 kg (26 orang)
4	Apartemen Tinggi	1150 kg (17 orang) atau 1250 kg (18 orang)

4.11 Dimensi Sangkar

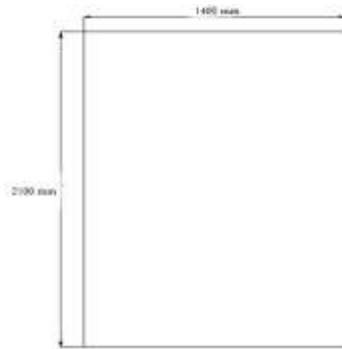
Perencanaan pada dimensi sebuah elevator didasarkan pada tingkat kenyamanan penumpang atau perasaan tenang penumpang ketika berada didalam ruang sangkar elevator. Biasanya dipengaruhi oleh ukuran penumpang, yaitu jarak antar penumpang dan tinggi penumpang. Dalam merencanakan dimensi elevator dan jumlah penumpang yang dapat ditampung telah ada standarisasi industri secara internasional yang memudahkan kita dalam menentukan dimensi elevator tersebut.

Untuk jumlah penumpang sebanyak 21 orang pada kapasitas elevator 1600 kg, ukuran dimensi yang telah ditentukan oleh standart internasional adalah sebagai berikut :

1. Lebar sangkar elevator adalah = 1400 mm
2. Panjang sangkar elevator = 2400 mm
3. Tinggi sangkar elevator = 2100 mm



Gambar 25. Penampang sangkar tampak atas



Gambar 26. Penampang sangkar tampak depan

4.12 Desain Lift

Bangunan-bangunan tinggi dalam Arsitektur tidaklah menjadi hasil karya para Arsitek dan Insinyur struktur saja, tetapi menjadi paduan karya berbagai keahlian antara lain juga Insinyur Mesin, Elektro dan Fisika Teknik, paduan antara karya Seni dan teknologi. Dalam perencanaan bangunan-bangunan tinggi terjadi pemikiran timbal balik antara pertimbangan-pertimbangan fungsi, struktur, estetika, dan persyaratan-persyaratan mekanikal maupun elektrik.

Salah satu masalah yang menjadi pemikiran pertama pada perencanaan bangunan bertingkat masalah transportasi vertikal umumnya dan transportasi manusia khususnya. Alat untuk transportasi vertikal dalam bangunan bertingkat adalah lift atau *elevator*. Alat transportasi vertikal dalam bangunan bertingkat tersebut akan memakan volume gedung yang akan menentukan efisiensi gedung. Pemilihan kapasitas-kapasitas lift akan menentukan jumlah lift yang mempengaruhi pula kualitas pelayanan gedung, terutama proyek-proyek komersil. Instalasi lift yang ideal ialah yang menghasilkan waktu menunggu di setiap lantai yang minimal, percepatan yang komfortabel, angkutan vertikal yang cepat, pernaluan dan penurunan yang cepat di setiap lantai.

Kriteria kualitas pelayanan *elevator* adalah:

1. Waktu menunggu (*Interval, waiting time*).
2. Daya angkut (*Handling capacity*).
3. Waktu perjalanan bulak-balik lift (*Round trip time*).

1. Waktu Menunggu (*Interval Waiting Time*)

Kesabaran orang untuk menunggu lift tergantung kota dan negara di mana gedung itu ada. Orang-orang di kota besar lazimnya kurang sabar dibanding dengan orang-orang di kota kecil. Untuk proyek-proyek komersil perkantoran diperhitungkan waktu menunggu sekitar 30 detik.

Waktu menunggu = waktu perjalanan bolak-balik dibagi jumlah lift.

$$w = \frac{T}{N}$$

Dimana :

W = Waktu menunggu (s)

T = Waktu perjalanan bolak - balik tiap lantai (s)
 N = Jumlah Lift (bh)

Jika jumlah lift total dihitung atas dasar daya angkut pada beban puncak saat-saat sibuk, maka untuk proyek-proyek perkantoran yang, beberapa lantainya disewa oleh satu penyewa, jumlah lift totalnya harus ditambah dengan 20-40%, sebab sebagian lift di dalam zone yang disewa satu penyewa tersebut dipakai untuk lalu lintas antar lantai, sehingga waktu menunggu di lantai dasar dapat memanjang menjadi 90 detik atau lebih. Waktu menunggu juga sangat variabel tergantung jenis gedung.

Tabel 8. Waktu tunggu rata-rata

NO	Bangunan	Waktu tunggu rata-rata(dalam detik)
1	Perkantoran	25 – 45
2	Flat	50 – 120
3	Hotel	30 – 60
4	Asrama	60 – 80

Waktu menunggu minimum adalah sama dengan waktu pengosongan lift ialah kapasitas lift x 1,5 detik per penumpang.

2. Daya Angkut Lift (*Handling Capacity*)

Daya angkut lift tergantung dari kapasitas dan frekuensi pemuatannya. Standar daya angkut lift diukur untuk jangka waktu 5 menit jam jam sibuk (*rush-hour*). Daya angkut 1 lift dalam 5 menit adalah:

$$HC = \frac{5 \times 60 \times m}{w} = \frac{5 \times 60 \times m \times N}{T}$$

Dimana :

HC = Daya angkut lift

m = kapasitas lift (kg)

W = waktu menunggu (*waiting time/interval*) dalam detik = T/N

Jika 1 zone dilayani 1 lift, maka waktu menunggu = waktu perjalanan bolak-balik lift, jadi:

$$HC = \frac{5 \times 60 \times m \times N}{T}$$

3. Waktu Perjalanan Bolak-Balik Lift (*Round Trip Time*)

Waktu ini hanya dapat dihitung secara pendekatan, sebab perjalanan lift antar lantai pasti tidak akan mencapai kecepatan yang menjadi kemampuan lift itu sendiri dan pada perjalanan lift *non-stop*, kecepatan kemampuannya baru tercapai setelah lift bergerak beberapa lantai dulu, misalnya lift dengan kemampuan bergerak 6 m/detik baru dapat mencapai kecepatan tersebut setelah bergerak 10 lantai.

Dalam praktek, perhitungan elevator dilakukan oleh *Supplier* lift yang menghitung kebutuhan lift berdasarkan data-data dari pabrik pembuatnya. Secara pendekatan, waktu perjalanan bolak-balik lift terdiri dari:

- a) Penumpang memasuki lift di lantai dasar yang memerlukan waktu 1,5 detik/orang dan untuk lift dengan kapasitas m orang perlu waktu $\pm 1,5$ m detik.

- b) Pintu lift menutup kembali ± 2 detik.
- c) Pintu lift membuka di setiap lantai tingkat $(n-1)$ 2 detik.
- d) Penumpang meninggalkan lift di setiap lantai dalam 1 zone sebanyak $(n-1)$ lantai $(n-1) \times m/n-1 \times 1.5$ detik 1,5 m detik.
- e) Pintu lift menutup kembali di setiap lantai tingkat $(n-2)$ 2 detik.
- f) Perjalanan bolak-balik dalam 1 zone $\frac{2(n-1)h}{s}$ detik
- g) Pintu membuka di lantai dasar ± 2 detik.

JUMLAH

$$T = \frac{(2h+4s)(n-1) + s(3m+4)}{s}$$

Di mana:

T = waktu perjalanan bolak-balik lift (*Round trip time*).

h = tinggi lantai sampai dengan lantai (m)

s = kecepatan rata-rata lift (m/detik)

n = jumlah lantai dalam 1 zona (bh)

m = kapasitas lift (kg)

4. Beban Puncak Lift (*Peak Load*)

Beban puncak diperhitungkan berdasarkan, persentasi empiris terhadap jumlah penghuni gedung, yang diperhitungkan harus terangkat oleh lift-lift dalam 5 menit pertama jam-jam padat (*rush-hour*).

Untuk Indonesia persentasi tersebut adalah:

- a) Perkantoran 4% x jumlah penghuni gedung.
- b) Flat 3% x jumlah penghuni gedung.
- c) Hotel 5% x jumlah penghuni gedung.

Data-data untuk penaksiran jumlah penghuni gedung:

- a) Perkantoran 4 m²/orang.
- b) Flat 3 m²/orang.
- c) Hotel 5 m²/orang.

5. Kapasitas Elevator (Lift)

Penentuan kapasitas Lift harus direncanakan dengan mempertimbangkan kondisi waktu puncak dimana terjadi konsentrasi penumpang tertinggi.

Disarankan:

- a. Untuk gedung kecil ~ menengah, kapasitas passanger ≥ 15 penumpang (load capacity of 1000 kg)
- b. Untuk gedung tinggi/hotel, kapasitas passanger passanger ≥ 24 penumpang (load capacity of 1600 kg)
- c. Pintu lift sebaiknya didesain terbuka dari tengah dan ukuran lebar ruang masuk disarankan selebar mungkin dengan tetap mempertimbangkan ukuran dimensi kedalaman ruang elevator.

Dimana :

- Daya muat atau kapasitas , tergantung pabrikan.
- Lazimnya : 5 s.d 20 orang
- Untuk kebutuhan khusus : 50 orang (double deck).

Maka kapasitas lift adalah :

$$m = \frac{a.n.w.P}{300.a''}$$

6. Efisiensi Bangunan (Building Efficiency)

Efisiensi lantai adalah persentasi luas lantai yang dapat dihuni atau disewakan terhadap luas lantai kotor.

Untuk proyek perkantoran adalah :

a.	10	Lantai	:			85%
b.	20	Lantai	:	Lantai	1 – 10	80%
				Lantai	11 – 20	85%
c.	30	Lantai	:	Lantai	1 – 10	75%
		Lantai		Lantai	11 – 20	80%
		Lantai		Lantai	21 – 30	85%
d.	40	Lantai	:	Lantai	1 – 10	75%
		Lantai		Lantai	11 – 20	80%
		Lantai		Lantai	21 – 30	85%
		Lantai		Lantai	31 – 40	90%

Data-data ini hanyalah untuk keperluan perhitungan lift saja. Efisiensi bangunan sangat tergantung luas lantai yang dipakai oleh inti gedung di mana tabung lift ada di dalamnya. Besarnya rongga yang dipakai oleh tabung lift tergantung tinggi gedung. Secara empiris luas inti gedung adalah sekitar 5-10 x luas tabung lift. Proyek perkantoran memerlukan luas inti yang lebih besar dari pada proyek flat.

7. Perhitungan Jumlah Lift Dalam 1 Zone

Jika beban puncak lift dalam suatu gedung diperhitungkan sebesar P% x jumlah penghuni gedung atas dasar a'' m² per orang luas lantai netto, maka beban puncak lift adalah

$$L = \frac{P(a-k)n}{a''}$$

Dimana :

L = Beban puncak

P = Persentasi empiris beban puncak lift (%)

a = luas lantai kotor per tingkat (m²)

n = jumlah lantai (bh)

k = luas inti gedung (m²)

a'' = luas lantai netto per orang (m²)

Sedangkan: $k = 5 \times N \times m \times 0,3 = 1,5 \text{ mN}$

Maka :

$$L = \frac{P(a-1,5mN)n}{a''}$$

$$L = \frac{P(2a-3mN)n}{2a''}$$

Daya angkut 1 lift dalam 5 menit:

$$M = \frac{5 \times 60 \text{ m} \times N}{w} = \frac{300m}{t}$$

Daya angkut lift dalam 5 menit:

$$Mn = \frac{300 \text{ mN}}{T}$$

Persamaan menjadi :

$$L = Mn$$

$$L = \frac{P(2a-3mN)n}{2a''} = \frac{300 \text{ mN}}{T}$$

Maka :

$$N = \frac{2anTP}{3m(200a''+nTP)}$$

Di mana:

N = jumlah lift dalam 1 zona.

a = luas lantai kotor per tingkat.

P = persentasi jumlah penghuni gedung yang diperhitungkan sebagai beban puncak lift.

T = waktu perjalanan bolak-balik lift.

m = kapasitas lift.

a'' = luas lantai netto per orang.

n = jumlah lantai dalam 1 zone.

8. Korelasi Jumlah Lantai Dalam 1 Zona

Kapasitas lift dan jumlah lift dalam 5 menit

$$M = \frac{5 \times 60 \text{ m}}{w} = \frac{300m}{w}$$

$$\text{Beban puncak lift : } L = P \% \times \frac{\text{Luas lantai netto dalam 1 zone}}{\text{Luas lantai netto per orang}} = L = \frac{na'}{a''}$$

Dimana: n a' adalah luas lantai netto dalam 1 zone

$$\text{Persamaan : } M = L \frac{300m}{w} = \frac{a'nP}{300a''}$$

$$\text{Maka : } n = \frac{300a''m}{a'wP} \& \frac{a'nwP}{300a''}$$

$$n = \frac{300a''mN}{a'PT}$$

$$N = \frac{a'nPT}{300''m}$$

9. Sistem Zone Banyak (Multi Zone System)

Untuk meningkatkan efisiensi bangunan, orang berusaha memperkecil volume gedung yang dipergunakan untuk sirkulasi vertikal, terutama dalam bangunan tinggi (lebih dari 20 lantai). Juga untuk memperpendek waktu perjalanan bolak-balik lift yang memperpendek waktu menunggu lift terutama di lantai dasar. Untuk tujuan ini orang melakukan zoning lift artinya pembagian kerja kelompok-kelompok lift, misalnya 4 lift melayani lantai 1 - 15, 4 lift melayani lantai 16-30, jadi tidak berhenti di lantai 1-15.

Karena ada kelompok 4 lift yang tidak berhenti di lantai 1-15 maka dalam tabung-tabungnya tidak diadakan lubang pintu ke luar, ini merupakan penghematan biaya sirkulasi vertikal. Dalam hal ada zoning lift maka perhitungan jumlah lift diadakan untuk tiap zone, yang mempunyai waktu perjalanan bolak-balik lift masing-masing.

Maka perhitungan zone 2, waktu perjalanan bolak-balik :

$$T_2 = \frac{2(n_1-1)h}{s_2} + \frac{(2h+4s_2(n_2-1)+s_2(3m+4))}{s_2}$$

Beban puncak lift zone 2 :

$$L_2 = \frac{n_2 \times (2a - 3mN_2)}{T_2}$$

daya angkut lift dalam 5 menit zone 2 :

$$M_2 = \frac{300N_2}{2a^n}$$

10. Waktu Buka Tutup Pintu Lift

Waktu kecepatan membuka dan menutup pintu lift adalah mencerminkan dari mutu lift itu, kata lain pembukaan pintu ialah, waktu diam perhentian kereta (*dwelling time, stoping time, atau transfer time*) satuan dalam detik. Selang waktu yang di perlukan di tunjukkan dalam tabel.

Tabel 9. Waktu buka tutup pintu lift

NO	Kapasitas lift	Jumlah waktu buka + tutup (detik)
1	6 s/d 11 orang	3,6 (detik)
2	13 s/d 15 orang	3,8 (detik)
3	17 s/d 20 orang	6 (detik)
4	Di atas 20 orang	4,2 (detik)

Maka di dapat :

$$T_d = (F_p + 1) \times t_d$$

11. Daya Listrik Untuk Lift

Daya listrik yang diperlukan untuk satu kelompok lift sangat tergantung kapasitas, kecepatan dan jumlah lift. Suatu lift dengan kapasitas m dan kecepatan s m/detik memerlukan daya:

$$[E = \frac{0,75 \times m \times s}{75} \text{ HP}]$$

Sedangkan faktor kebutuhan daya untuk suatu kelompok lift adalah :

Tabel 10. Faktor kebutuhan lift

Jumlah lift	2	3	4	5	6	7	10	15	20	25
Faktor daya	0,85	0,77	0,72	0,67	0,63	0,59	0,52	0,44	0,40	0,35

12. Beban Panas Ruang Mesin Lift

Beban panas ruang mesin lift maximum diperhitungkan $1/3 \times$ jumlah HP dimana $1 \text{ HP} = 2500 \text{ Btu}$ ($1 \text{ Btu} = 0.25 \text{ kalori}$). Temperatur ruang mesin lift harus dipertahankan antara $60\text{-}90^{\circ}\text{F}$.