



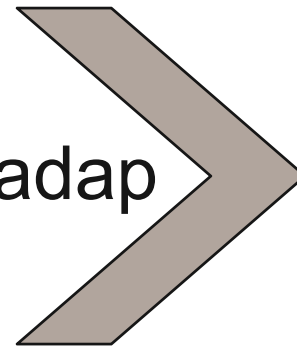
PERENCANAAN SISTEM ELEKTRIKAL PADA BANGUNAN

Baju Arie Wibawa, S.T., M.T.
Dikembangkan dari materi
Dr. Sugeng Triadi S

PENDAHULUAN

- Sistem elektrikal sangat besar peranannya pada operasional bangunan.

- Sistem elektrikal pada bangunan di dalamnya terkandung “**bahaya**” terhadap manusia, yang dapat menyebabkan kematian, kebakaran dan lain-lain.



Harus mengikuti peraturan yang berlaku yang tidak boleh dilanggar

- Ada beberapa peraturan, standar, persyaratan teknis dan lain-lain yang berhubungan dengan sistem elektrikal, yang harus ditaati dalam perencanaan elektrikal, yaitu:
 - Di Indonesia:
 - Peraturan Umum Instalasi Listrik (**PUIL**)
 - Peraturan Perusahaan Listrik Negara (**PLN**)
 - Peraturan Keselamatan Kerja(**K3**)
 - Di Amerika:
 - *National Electrical Code* (NEC)
 - *New York Commission Electrical Code* (NYCEC)
- Setiap Negara mempunyai peraturan, standar sistem elektrikal yang berbeda.

- PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik) belum sempurna, banyak kelemahannya → dalam proses penyempurnaan.
- Kelemahan sistem elektrikal bangunan di Indonesia secara umum:
 - Peraturan sistem elektrikal pada bangunan belum lengkap dan masih terus dilengkapi serta diperbaharui.
 - Pemasangan instalasi listrik yang belum sepenuhnya mengikuti peraturan yang ada.
 - Ahli elektrikal untuk lapangan sedikit jumlahnya.
 - Kesadaran masyarakat terhadap bahaya listrik masih sedikit.
 - Lemahnya pengawasan dari pihak yang berwenang.
 - Monopoli penjualan listrik oleh pemerintah (PLN) sehingga tidak ada kompetisi di dalam pelayanan kepada masyarakat.



Sumber listrik

- Daya listrik yang berasal dari pembangkit-pembangkit listrik di Indonesia sangat sulit untuk dijadikan satu sistem yang terpadu (*integrated*), karena Indonesia berbentuk kepulauan.
- Sistem kelistrikan yang sudah interkoneksi yaitu yang ada di **Jawa** (Madura) dan **Bali**, sedangkan dengan pulau lainnya belum dilakukan.
- Sistem Jawa-Bali ini didukung oleh pembangkit listrik yang ada di Jawa, antara lain PLTU Suralaya (Banten), PLTU Paiton (Jatim), PLTA Saguling (Jabar), PLTU Tanjung Jati Jepara (Jateng), PLTU Cilacap (Jateng), dan lain-lain.

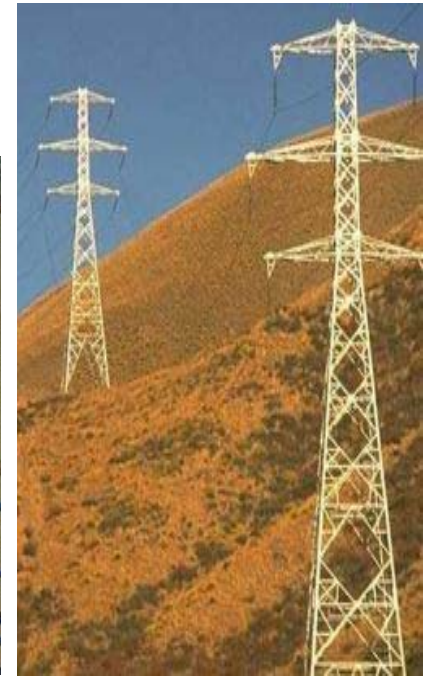
Sumber listrik

- Pembangkit listrik yang ada terdiri dari PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel), PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap), PLTN (Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir), dan lain-lain.
- Tenaga diesel juga banyak dipakai, yaitu memanfaatkan Genset.
- Genset sangat sesuai untuk sumber listrik pulau-pulau kecil, misalnya Pulau Biak memakai Genset, dan lain-lain.
- Semua daya listrik dihasilkan oleh pembangkit-pembangkit milik pemerintah dikelola oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN).



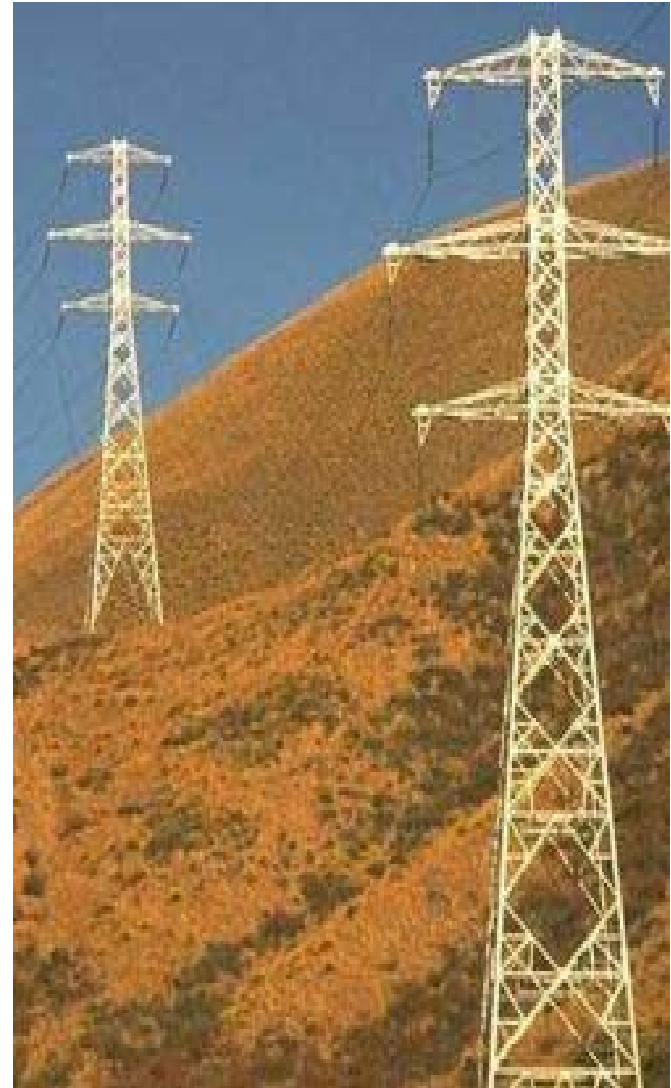
Sumber Listrik untuk Bangunan

- Sumber daya listrik yang dipakai untuk bangunan (termasuk dengan lingkungannya) bersumber dari:
 - Perusahaan Listrik Negara (PLN)
 - Generator Set (Genset)

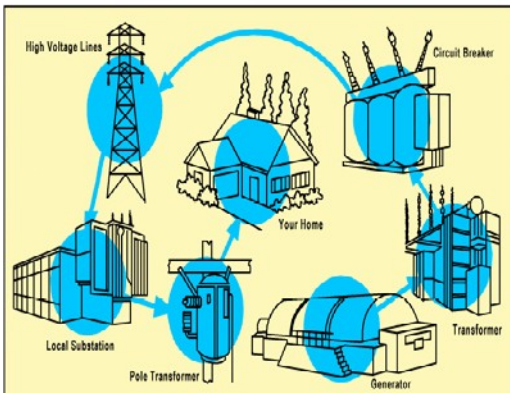
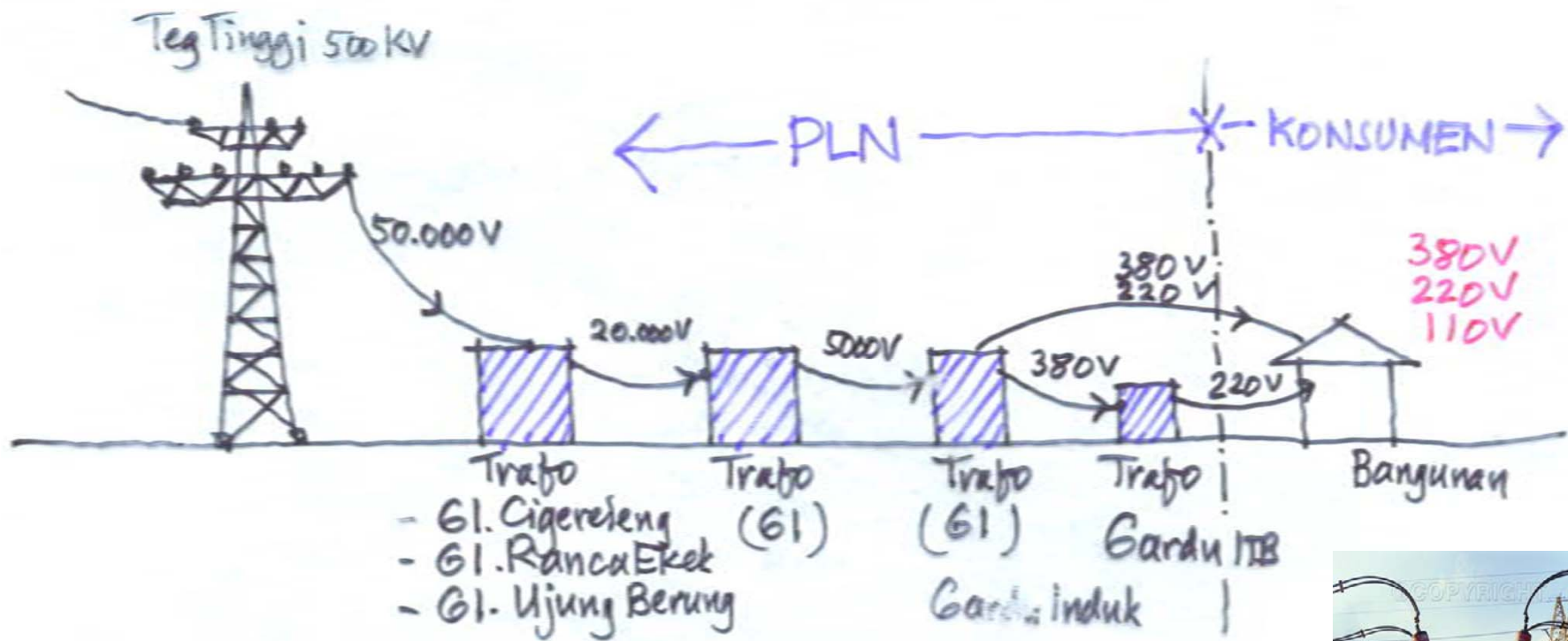


Sumber listrik dari PLN

- Instalasi listrik yang dikelola PLN disalurkan melalui jaringan listrik berdasarkan tegangan listrik yang disalurkan.
- Jaringan listrik yang dilewatkan tiang-tiang listrik disebut saluran udara, misalnya: saluran udara tegangan rendah, saluran udara tegangan menengah, saluran udara tegangan tinggi, saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET), dan lain-lain.

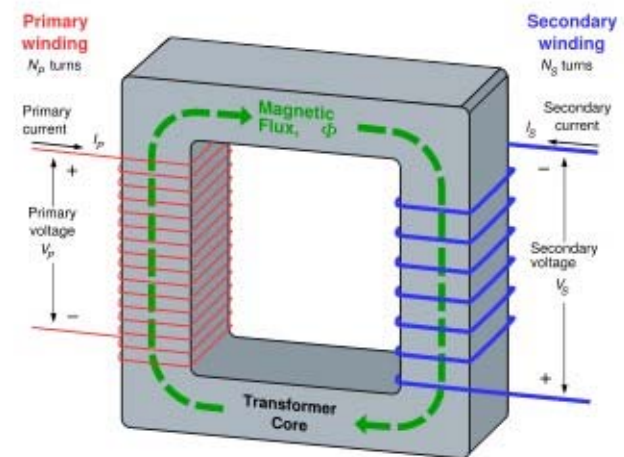


Sumber listrik dari PLN

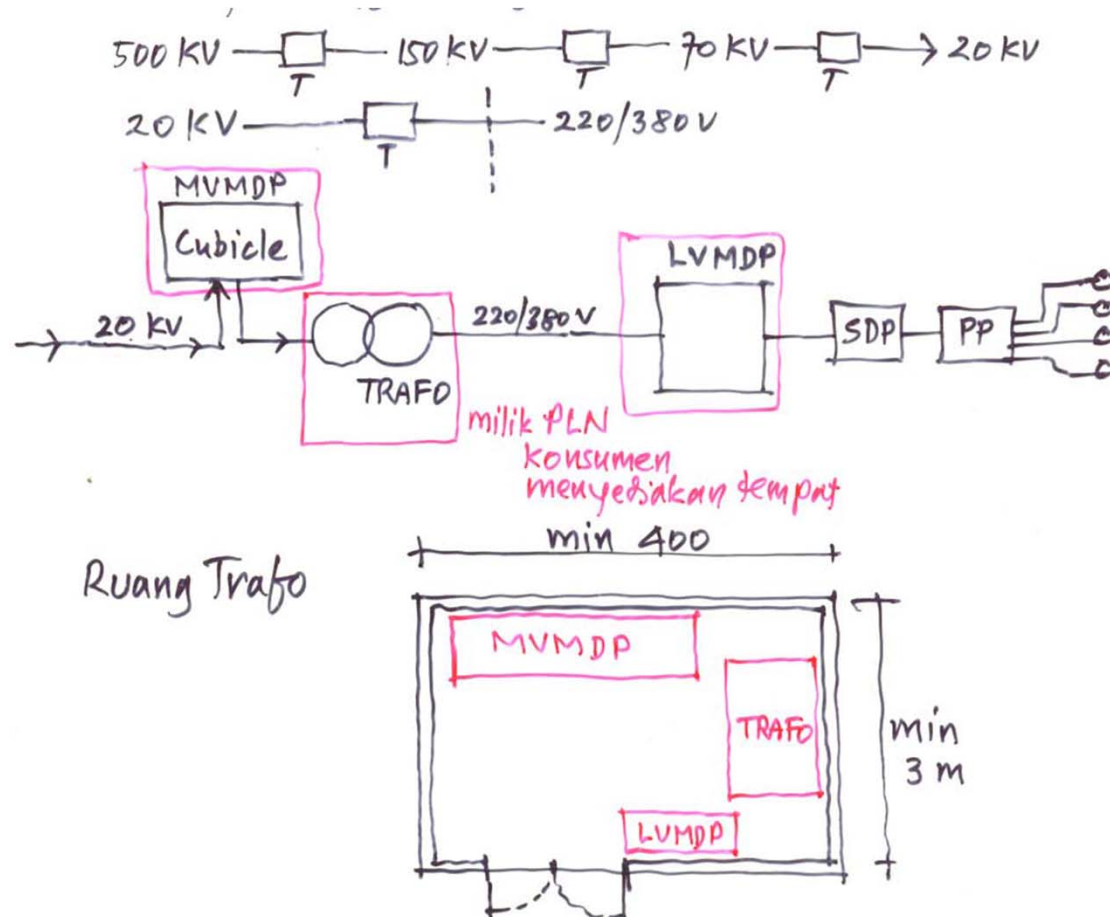


Transformator (Trafo)

- Transformator merupakan alat/ mesin yang berfungsi menurunkan tegangan listrik .
- Dari jaringan atau saluran udara untuk dapat masuk kedalam bangunan, tegangan listriknya harus diturunkan dulu menjadi tegangan 380-220 volt, dilakukan oleh peralatan transformator (Trafo).
- Trafo diletakkan pada gardu induk (GI) PLN, pada gardu distribusi (GD), pada gardu sub distribusi (GSD), dan lain-lain.



Sistem Trafo dan Ruang Trafo



Transformator berukuran besar



0128. Transformator 110/23 kV (T102)

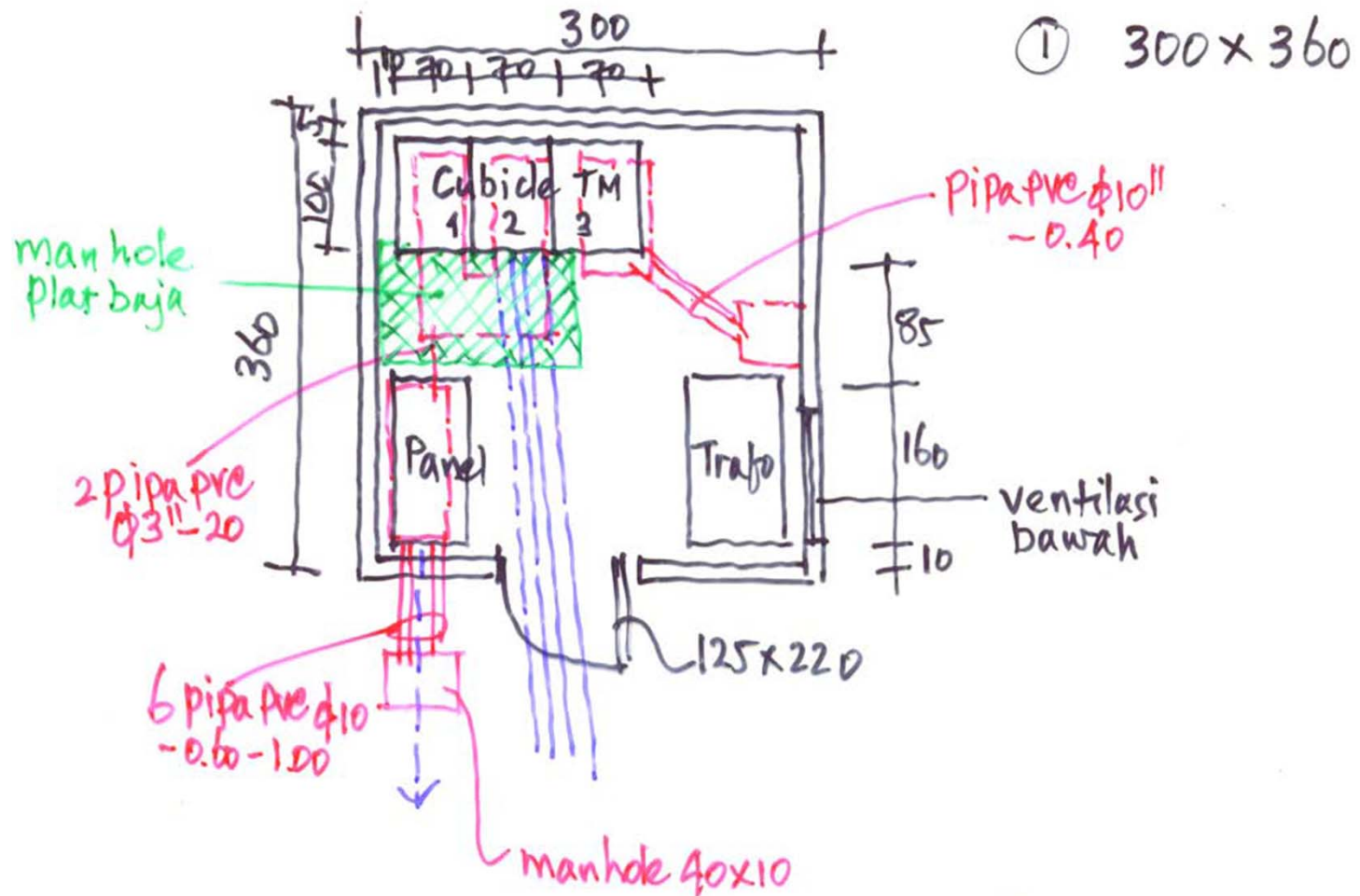
Gardu Listrik

- Gardu listrik merupakan bangunan milik PLN atau konsumen demi kepentingan konsumen.
- Terdapat 3 jenis gardu listrik, yaitu:
 - GI: Gardu Induk
 - GD: Gardu Distribusi
 - GSD: Gardu Sub Distribusi

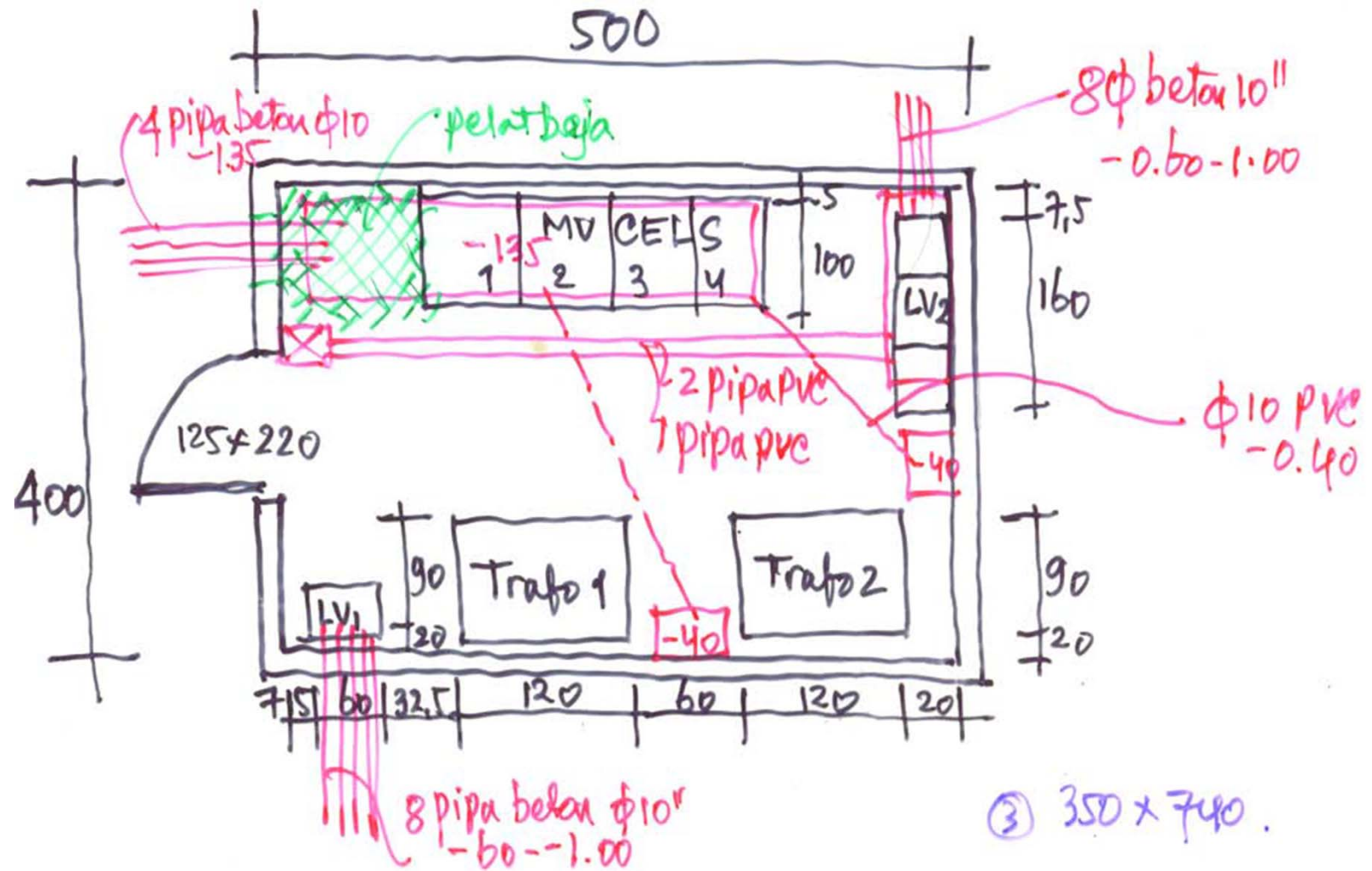
Gardu Listrik

- Gardu Induk (500-150 KvA):
 - Luas tanah 2,5-3,0 Ha, datar, di pinggir jalan besar
 - Terdapat bangunan kontrol + office : 15 x 54m
 - Terdapat switch yard
 - Terdapat gardu distribusi
- Gardu Distribusi (20 KvA)
 - Jaringan distribusi (20 KvA)
 - Contohnya gardu di kampus: ITB, UNPAD, dll

Denah GD ukuran 3,00 x 3,60 m



Denah GD ukuran 4,00 x 5,00 m



Generator Set (Genset)

- Untuk sumber listrik pada bangunan selain dari PLN, didapatkan dari Genset.
- Genset berfungsi untuk:
 - Mengganti beban PLN, bila listrik padam atau tidak ada listrik.
 - Keadaan darurat: keadaan yang tidak biasa/ tidak dikehendaki yang membahayakan keselamatan manusia dan keamanan bangunan beserta isinya yang ditimbulkan oleh penyediaan listrik utama yang terganggu.

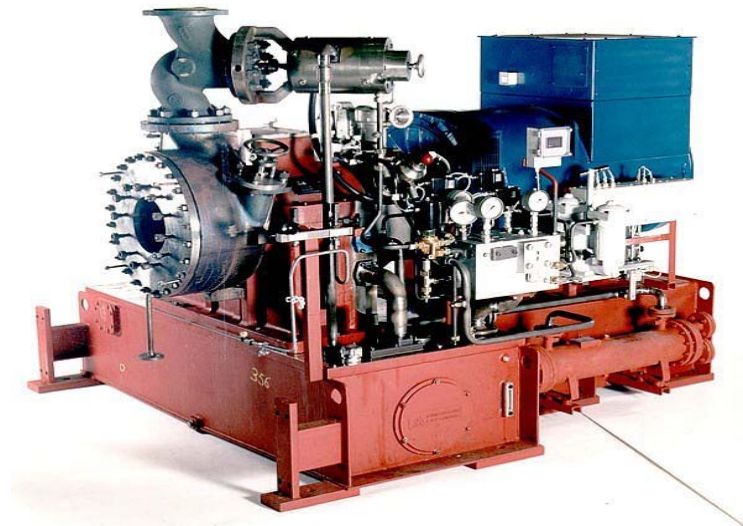
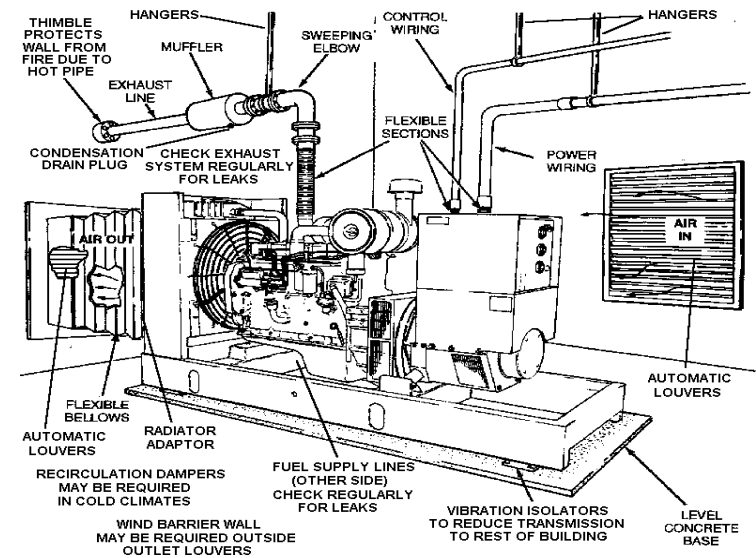
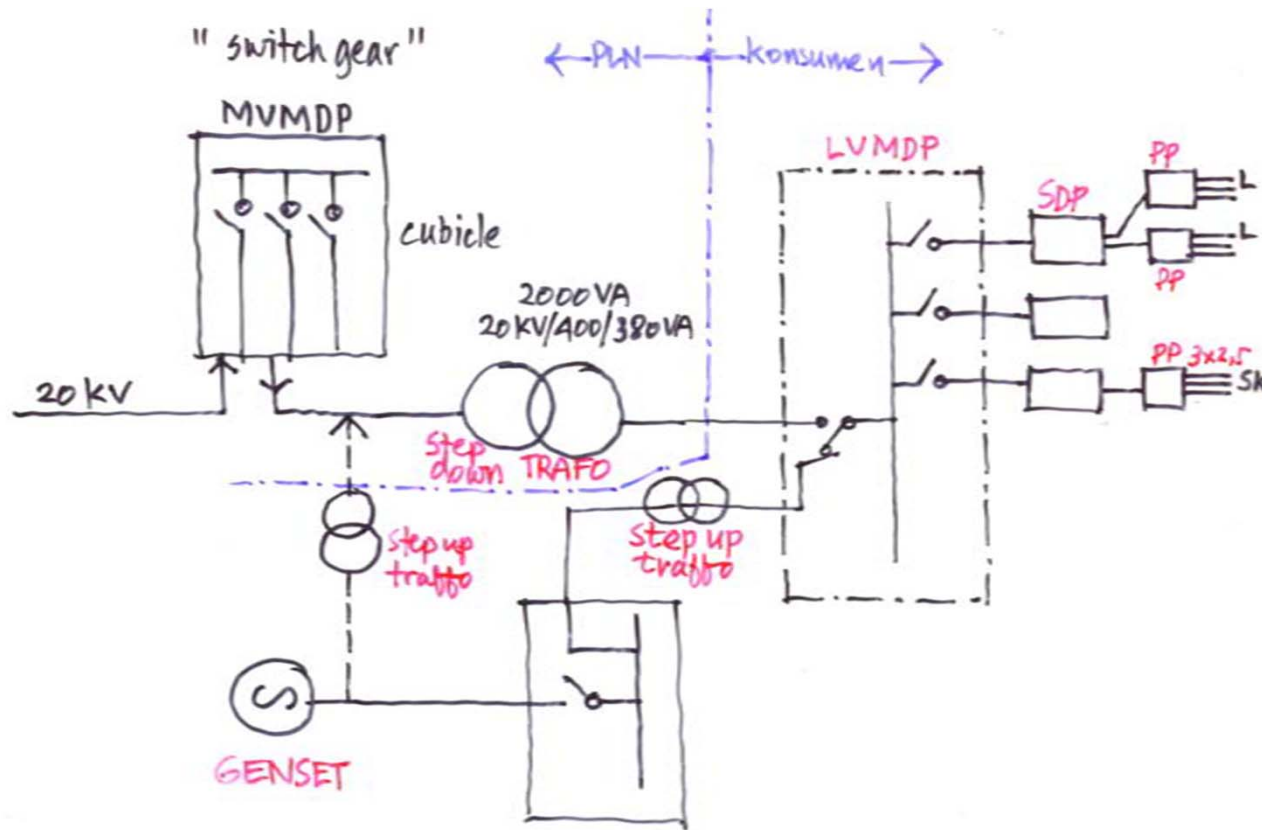
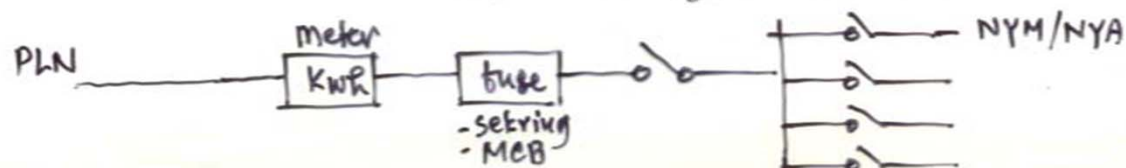


Diagram listrik Genset



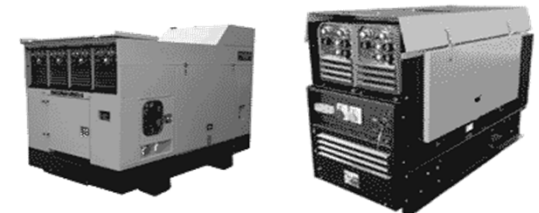
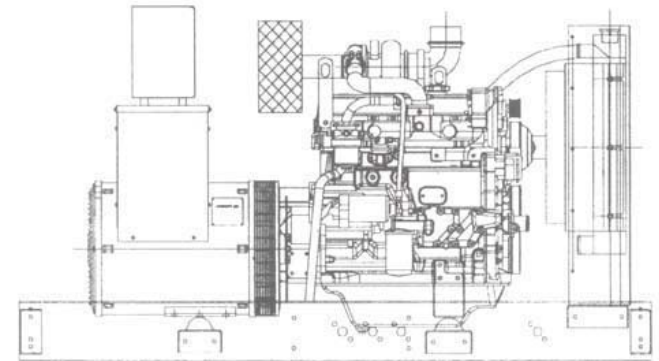
Sistem Inst. Listrik 3 ϕ : 4 kabel : R, S, T, N

1 ϕ : R, N, ground : 3 kabel



Generator Set (Genset)

- Genset menyediakan daya listrik pada bangunan untuk:
 - Penerangan secukupnya (yang diperlukan saja), atau penerangan keseluruhan.
 - Keperluan pendingin (AC) – (*cool room* – laboratorium, ruang kontrol, dll).
 - Alat bantu mekanis untuk pernafasan pada rumah sakit.
 - Ventilasi ruangan (*exhauster*)
 - Penerangan dan daya listrik pada kamar operasi di rumah sakit.
 - Sistem alarm kebakaran
 - Proses industri dimana listrik tidak boleh padam.
 - Alat komunikasi
 - Dll
- Genset dapat di rancang mengganti daya listrik (*cover*) dari PLN sebesar: 100 %, 80%, 75%, 60%, 50%, dan seterusnya dari seluruh kebutuhan daya listrik.



Ruang Genset

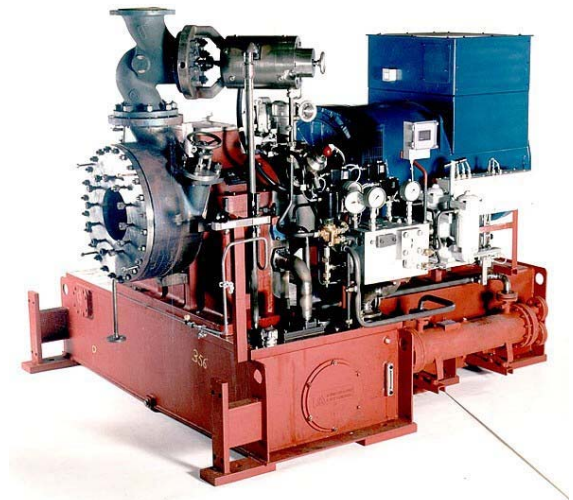
1. Lokasi ruang Genset

- Harus bebas air (banjir, bocor, dll).
- Tidak di basement (karena ada kemungkinan bocor, banjir).
- Mudah dicapai dari luar, tidak terhalang sesuatu.
- Bila bersebelahan dengan ruang bahan bakar maka dipisahkan oleh dinding tahan api.



2. Konstruksi/ struktur ruang Genset

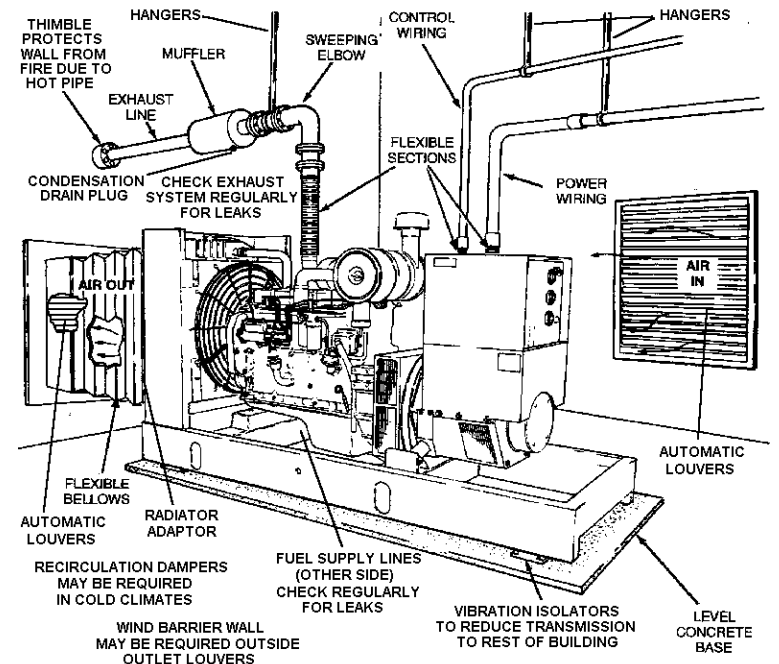
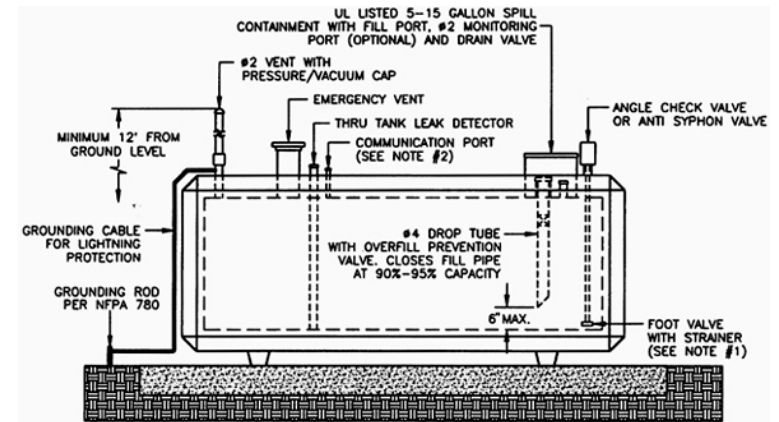
- Terpisah dari gedung utama
- Tahan kerusakan, tahan api
- Tidak ditembus oleh pipa-pipa (selain pipa kebakaran)



Ruang Genset

3. Persyaratan ruang Genset

- Pintu keluar/ masuk harus cukup lebar minimal 120 cm.
- Semua pintu buka keluar + door closer.
- Ruang harus cukup untuk genset dan ruang sirkulasi untuk pekerja.
- Minimal lebar sirkulasi : 75 cm.
- Ventilasi udara harus dijamin ada aliran udara.
- Cerobong asap (knalpot) keluar (ujungnya) berjarak 3 m (minimal) dari bangunan lain atau lubang bangunan lain.
- Harus ada alat pemadam api didalam ruangan.
- Harus ada lampu yang dinyalakan oleh *battery/* accu (dapat menyala minimal 30 menit).
- Pondasi Genset harus terpisah dari pondasi pondasi bangunan.
- Ada peredam getaran di pondasi dan suara pada dinding bangunan.

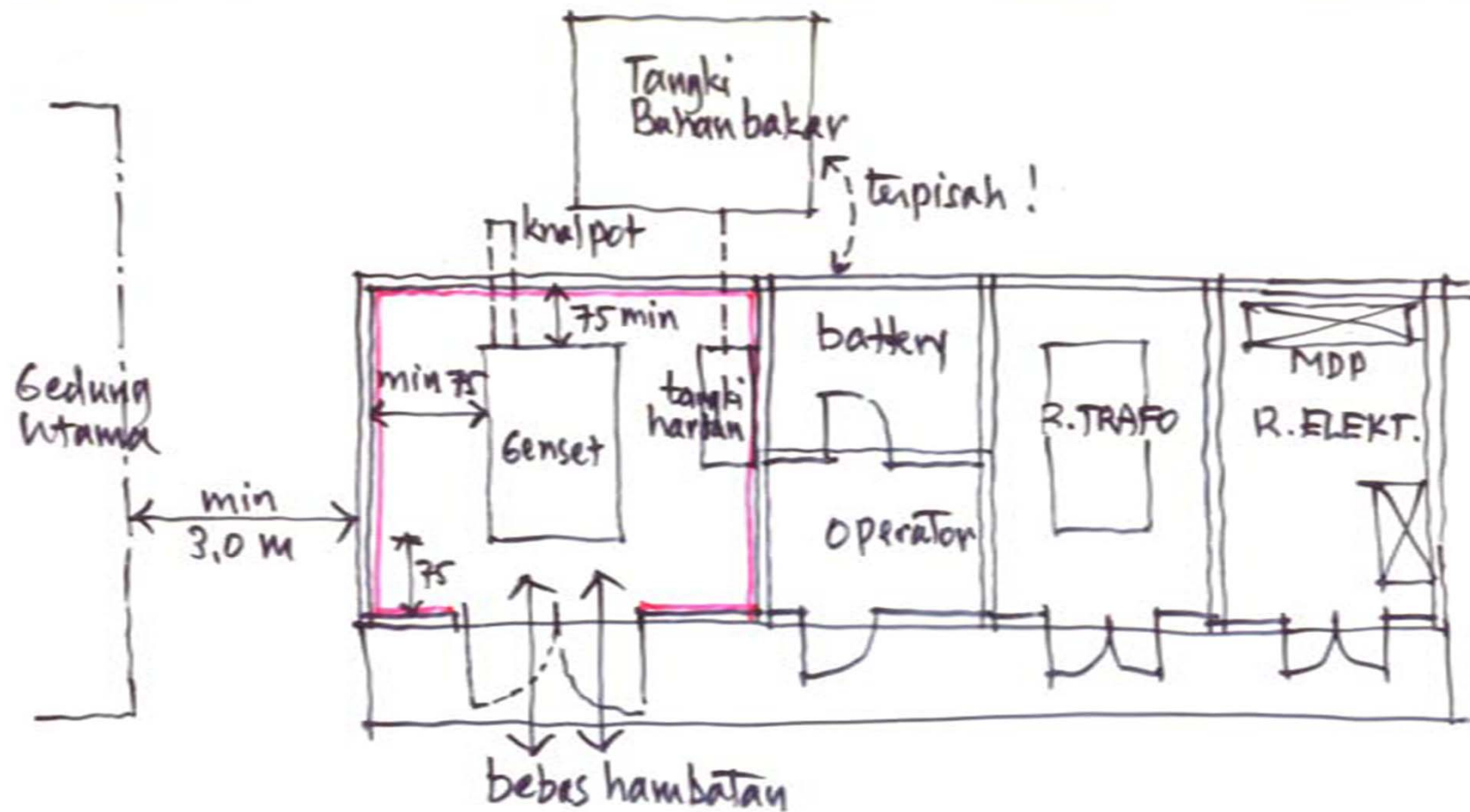


Ruang Genset

4. Ruang penunjang ruang Genset

- Ruang bahan bakar (solar)
- Tangki bahan bakar
- Ruang battery/ accu
- Ruang trasformator (Trafo)
- Ruang panel listrik (*main distribution panel* (MDP), dll).
- Ruang operator/ ruang jaga.
- Gudang, dll

Ruang Genset



Contoh ruang Genset dan penunjangnya

Sistem Penerangan Listrik

- Jenis lampu listrik
 - Lampu pijar (*Incandescent*), secara prinsip ada kawat berpijar yang menyala mengeluarkan sinar/ cahaya.
 - Lampu pendar (*Fluorescent*), gas yang ber pendar menyala.

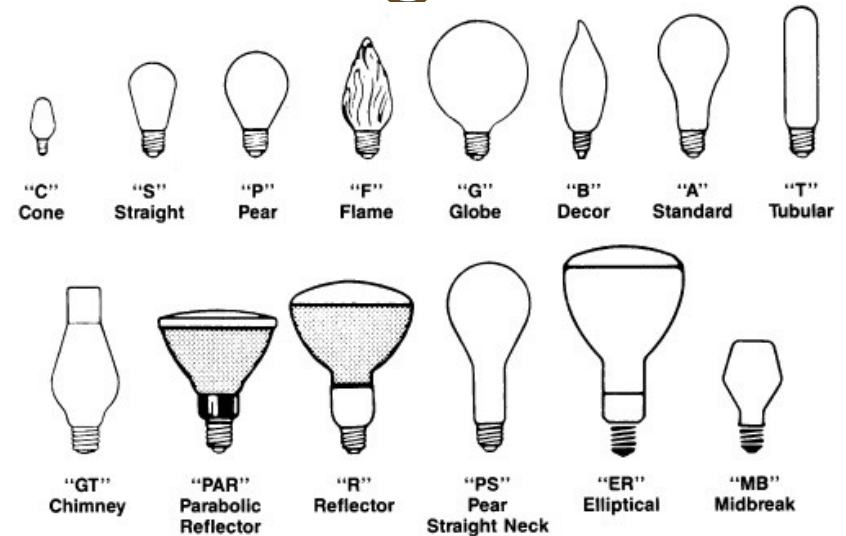


Figure 2.5. Incandescent lamp shapes (source: Osram/Sylvania).

Bentuk-bentuk lampu *Incandescent*

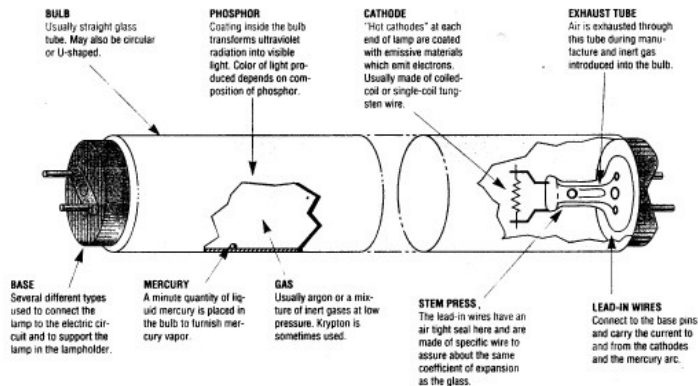
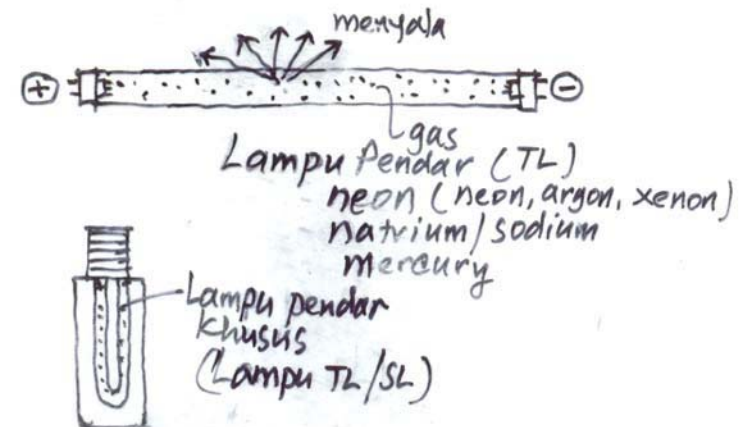
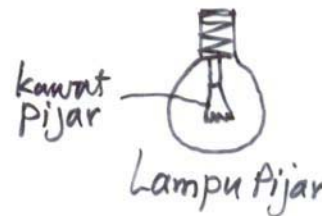


Figure 2.6. Fluorescent lamp construction (source: Osram/Sylvania).

Bentuk lampu *Fluorescent*



Instalasi penerangan listrik

1. Pemilihan sistem instalasi penerangan listrik, mencakup:

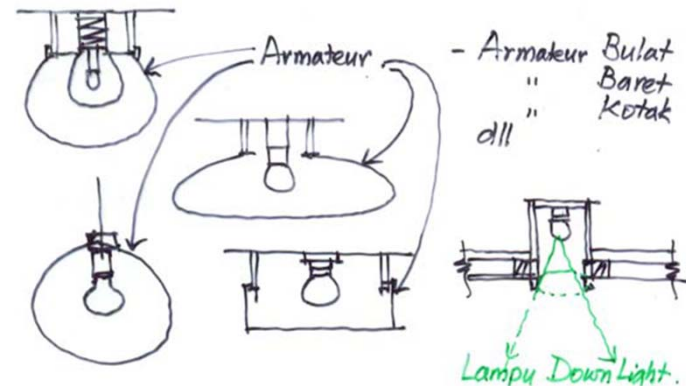
- Pertimbangan tentang beban maksimum (maximum demand) yang dibutuhkan secara keseluruhan.
- Biaya instalasi awal (initial cost)
- Biaya untuk operasional (operation cost)
- Biaya pemeliharaan (maintenance cost)
- Sesuai peraturan setempat (PUIL, PLN, dll)
- Standar intensitas penerangan harus memenuhi syarat sesuai standar Indonesia (hemat energi).

2. Standar intensitas penerangan, seperti:

– Ruang administrasi/ kantor	= 300 - 400 Lux
– Ruang rapat/ seminar	= 250 - 300 Lux
– Lobby, ruang tunggu entrance	= 150 - 200 Lux
– Koridor, selasar	= 100 - 150 Lux
– Toilet	= 100 - 150 Lux
– Ruang gambar/ studio	= 400 - 450 Lux
– Perpustakaan	= 400 - 450 Lux
– Gudang	= 150 - 200 Lux
– Pantry, dapur, ruang mesin	= 150 - 200 Lux
– Tempat parkir, dll	= 20 - 30 Lux

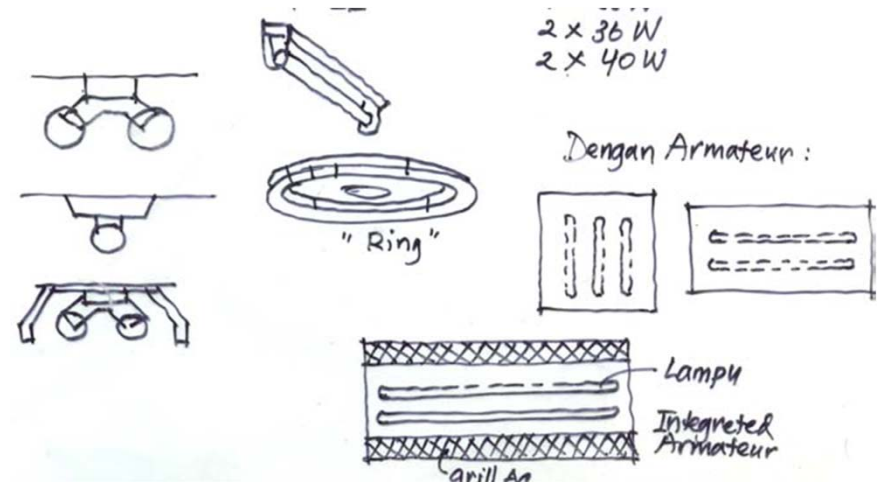
3. Fikstur lampu listrik

- Lampu pijar: 5 w, 10 w, 15 w, 25 w, 40 w, 60 w, 75 w, 100 w, 125 w, 200 w, 250 w, 500 w, 750 w, 1000 w.



Armateur lampu pijar

- Lampu TL (fluorescent): 15 w, 18 w, 25 w, 36 w, 40 w, 60 w, 90 w. Lampu TL tergantung kepada : jenis TL, jenis TL + armateur yang digunakan, jenis SL, serta pola pemasangan (1 x 25 w, 2 x 36 w, 2 x 40).



Armateur lampu TL

4. Perletakan dan pemilihan lampu

- Selain lampu berfungsi sebagai sumber penerangan juga dapat berfungsi sebagai elemen estetis pada interior, yang disesuaikan dengan:
 - Perletakan harus sesuai dengan pola langit-langit
 - Menunjang konfigurasi estetis pada langit-langit (lampu speaker, alarm, detector, dll)
 - Jenis dan dimensi harus sesuai interior (bentuk dan warnanya)
 - Menunjang konsep estetis ruang / bangunan
 - Letak Lampu: Langit-langit, dinding, lantai, taman, dll.

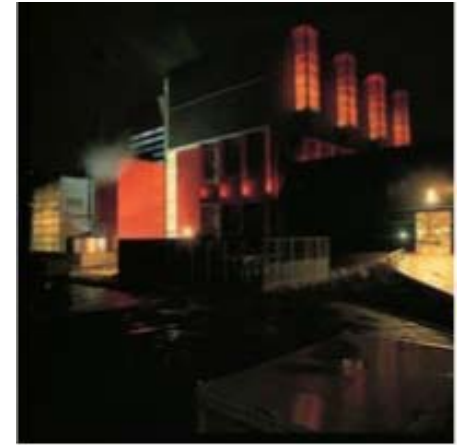
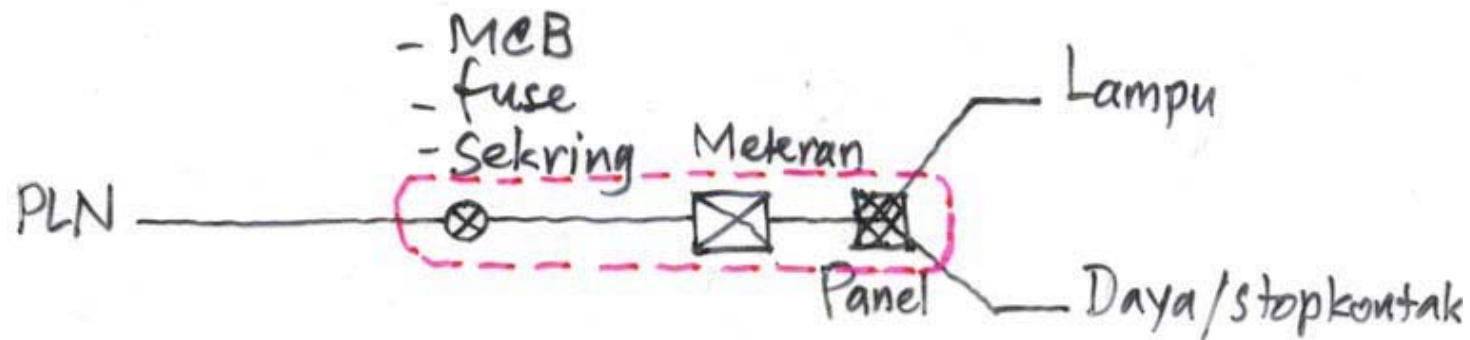


Diagram instalasi listrik

1. Bangunan sederhana (tidak bertingkat)



2. Bangunan bertingkat (2-3 lantai)

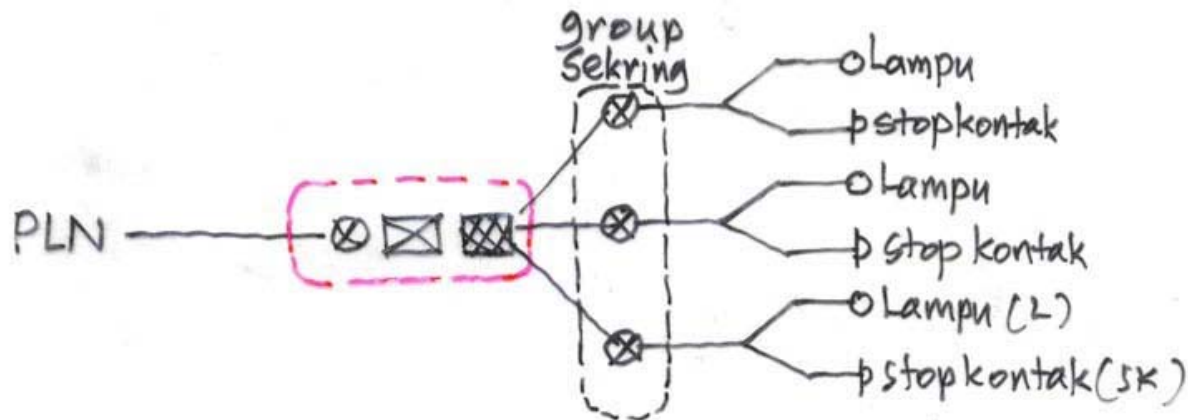
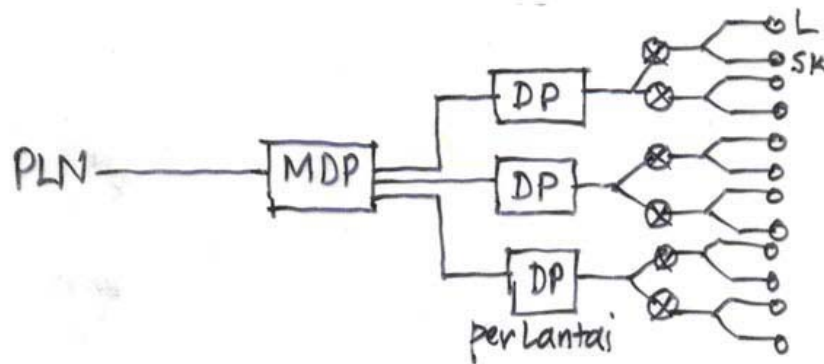
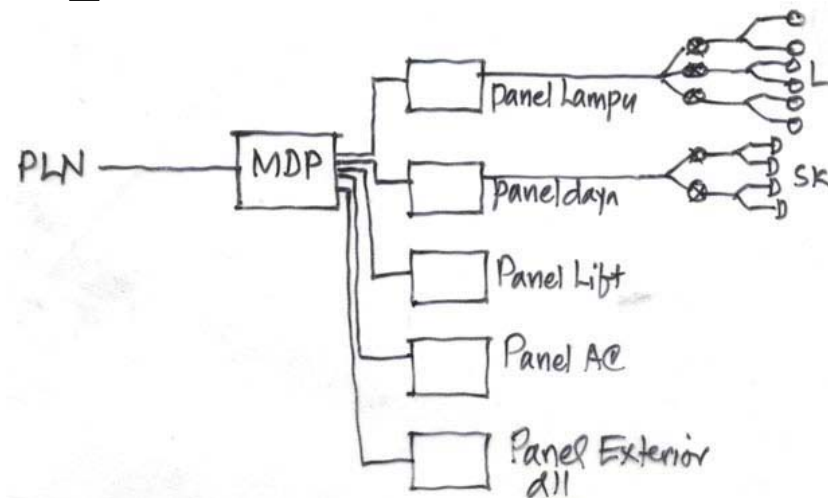


Diagram instalasi listrik

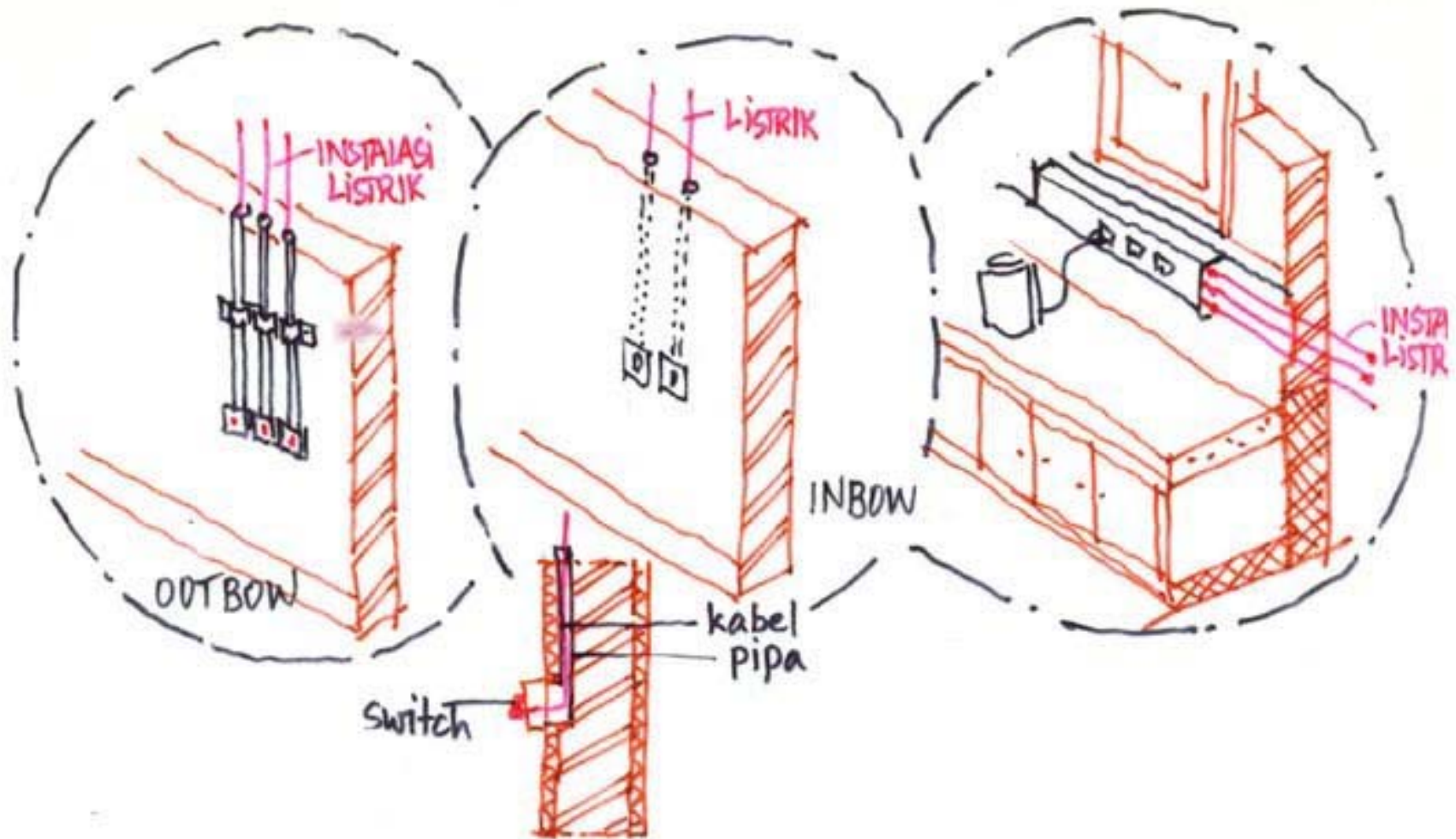
3. Bangunan bertingkat (4-5 lantai)



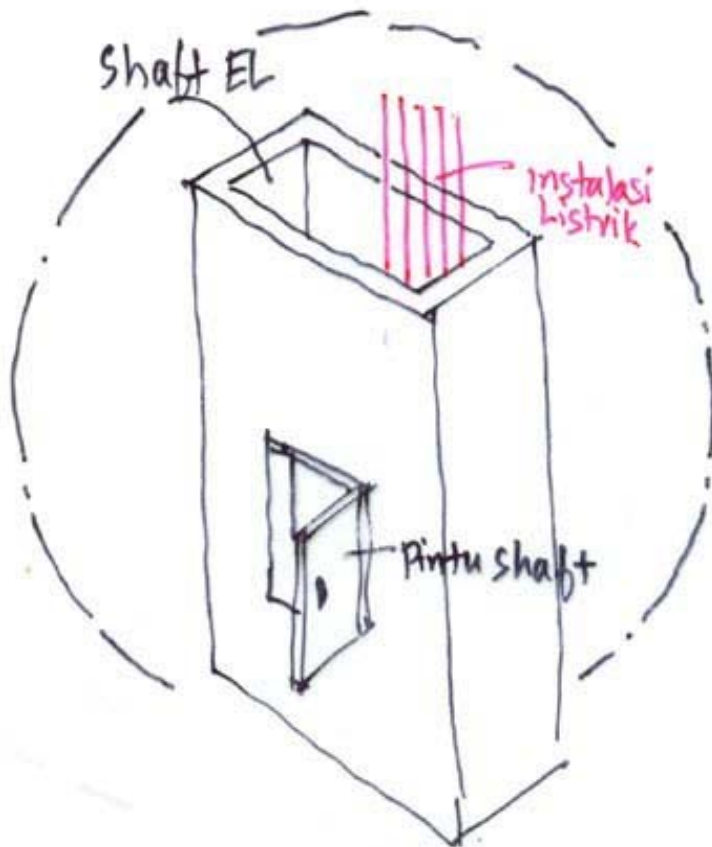
4. Bangunan khusus/ bertingkat tinggi



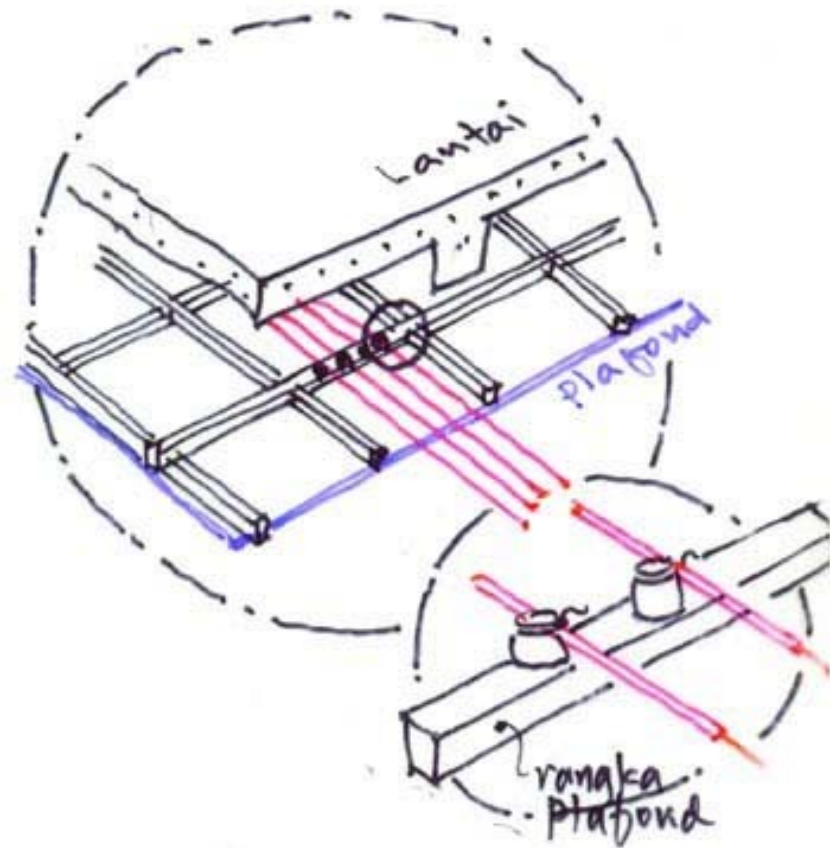
Instalasi kabel pada dinding



Contoh penyaluran kabel

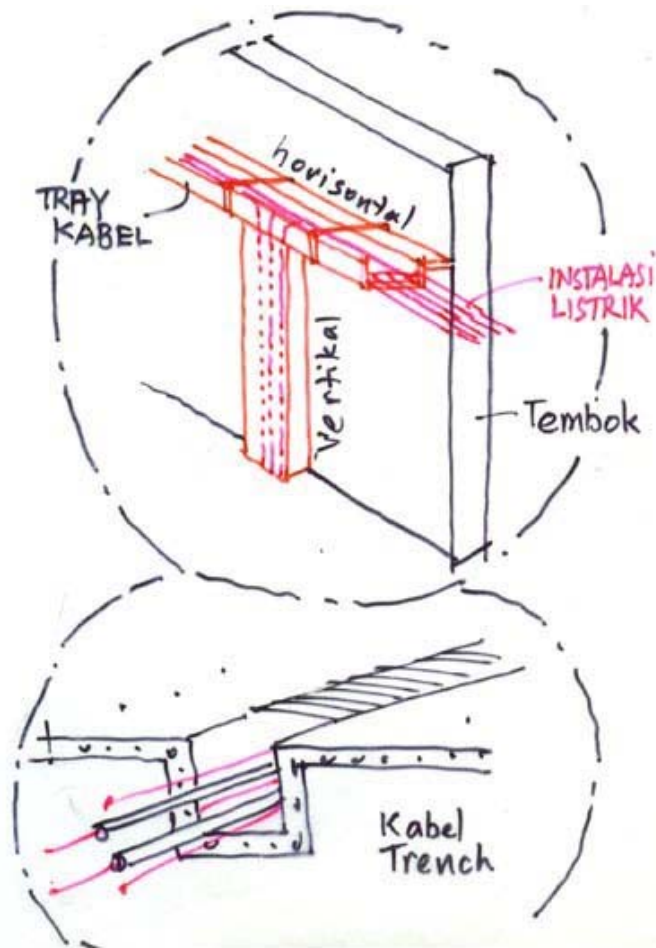


Contoh penyaluran kabel arah vertikal (lewat shaft)

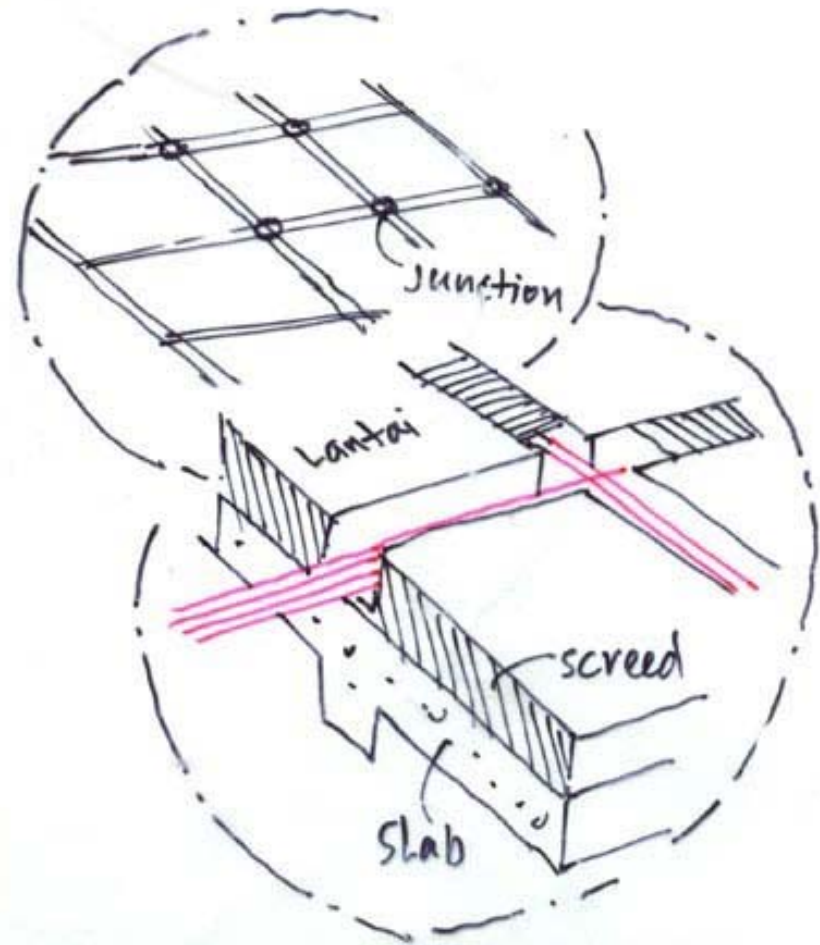


Intalasi kabel diatas langit-langit

Contoh penyaluran kabel



Contoh instalasi pengkabelan pada trench



Contoh instalasi listrik pada lantai

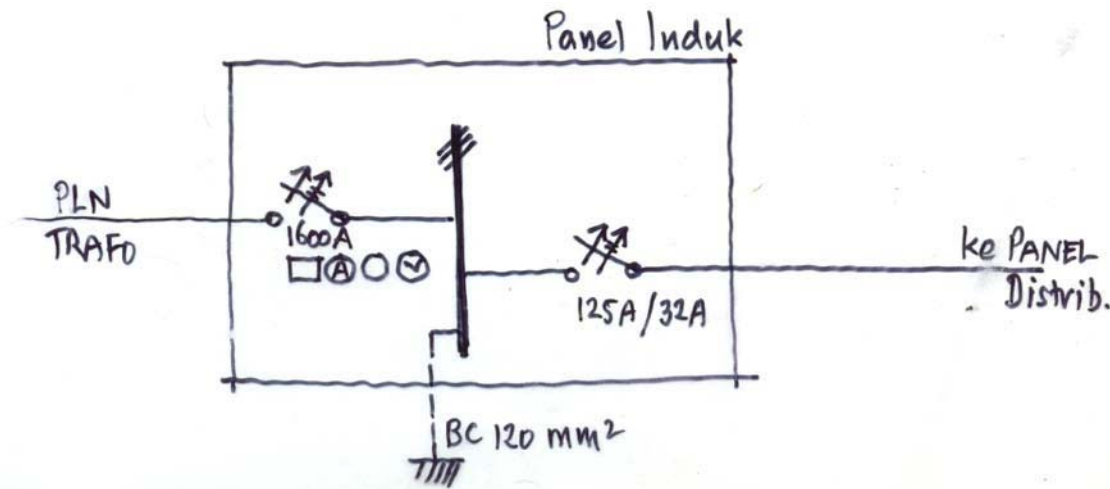
Catatan penting instalasi listrik

- Hal-hal penting yang harus diperhatikan bagi arsitek mengenai instalasi listrik:
 - Penerangan harus cukup dan merata
 - Cahaya terbagi rata
 - Cahaya harus sesuai dengan fungsi ruangan
 - Ada group-group skring:
 - 1 skring untuk ± 10 titik lampu. Skring disebut pula sebagai fuse atau circuit breaker (CB).
 - 1 skring untuk ± 600 w (6 Ampere), skring 1 A untuk 130-150 watt, skring 10 A untuk 1500 watt.
 - Ukuran skring : 6 A, 10 A, 15 A, 20 A, 25 A.
 - Stop kontak
 - 1 stop kontak melayani ± 30 m² lantai, dan jarak stop kontak 'a 4m' pada dinding.
 - Titik lampu
 - 1 titik lampu melayani ± 20 m² lantai.
 - 1 group melayani maksimum 6 skring

Gambar perancangan instalasi listrik

- Untuk memudahkan memahami rancangan instalasi listrik serta sebagai petunjuk pada saat pemasangannya maka dibutuhkan gambar rancangan instalasi listrik.
- Macam gambar instalasi listrik pada umumnya adalah sebagai berikut:
 - Diagram satu garis instalasi listrik
 - Rencana instalasi listrik
 - Rencana instalasi daya (power)
- Gambar instalasi listrik harus didasarkan pada gambar arsitektur yang selanjutnya diberi titik lampu, saklar, panel + kabel.

Contoh diagram satu garis instalasi listrik

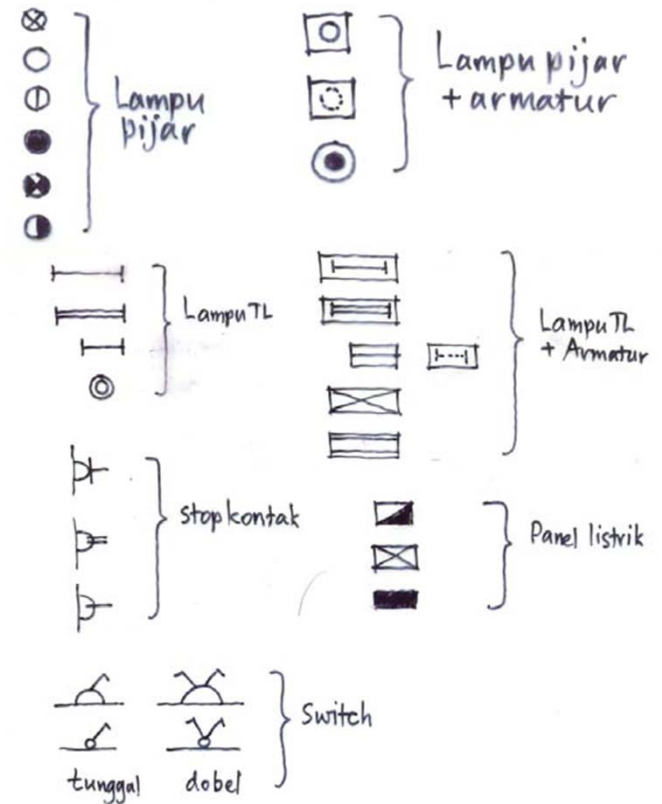


Contoh diagram satu garis instalasi listrik



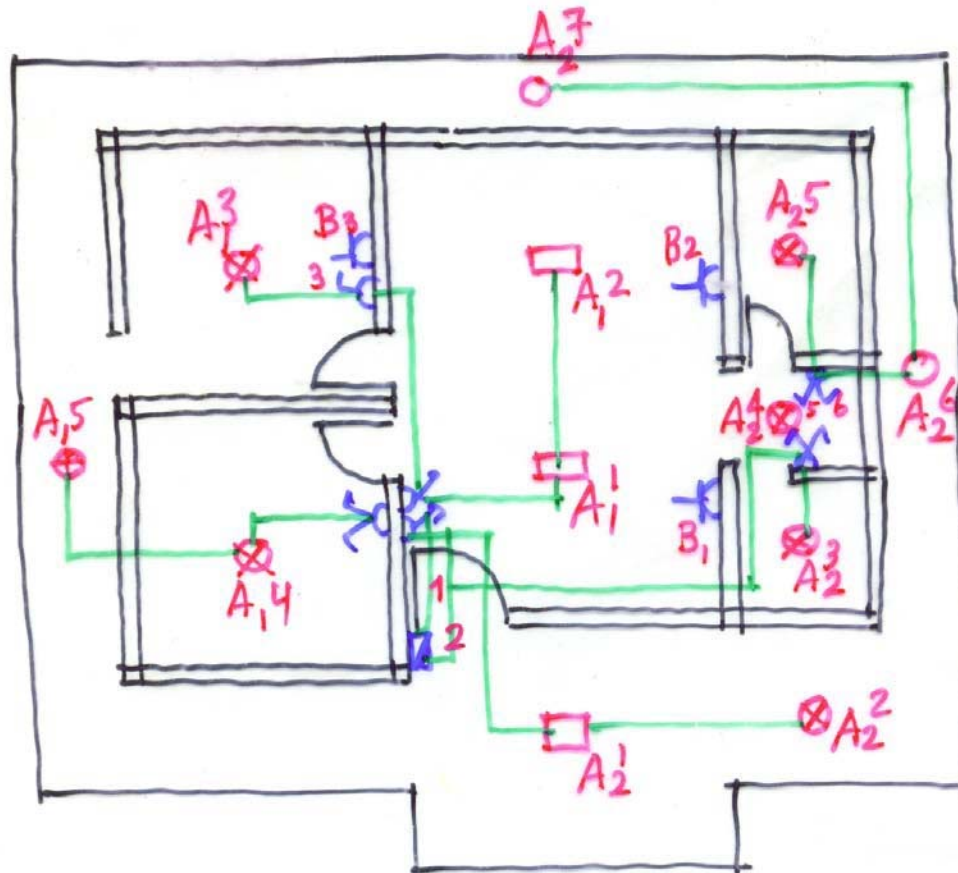
Hubungan kabel listrik

- simbol Lampu :



Contoh simbol lampu, stop kontak, dan switch

Contoh gambar instalasi penerangan



Ket: A : Penerangan, B : Daya

A_1^3 1: group sekering

3: nomor fikstur

Pustaka

- Stein, Benjamin and Reynolds, John S. (2000), *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*: 9th Edition, Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Gordon, Nelson (1995), *The Architecture of Building Services*, London: BT.Batsford Ltd.
- Parlour, RP. (1994), *Building Services: Engineering for Architects*, Pymble NSW 2070, Australia: Integral Publishing
- Parlour, R.P. (2000), *Building Services, A Guide to Integrated Design, Engineering for Architect*, 3rd Edition, Integral Publishing, Australia: Pymble NSW 2073