

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tahapan Metode Pelaksanaan Konstruksi**

Dalam menyelesaikan suatu proyek untuk mencapai tujuan dengan efektif dan efisien, diperlukan sistem manajemen yang baik. Untuk menerapkan sistem manajemen yang baik, diperlukan berbagai metode sesuai jenis bangunan yang diselesaikan. Pihak manajemen menyusun dan mengarahkan metode-metode agar dapat menyelaraskan antara sumber daya dan penggunaan peralatan untuk mencapai tujuan proyek. Banyak faktor yang mempengaruhi ketepatan penggunaan peralatan dan pemanfaatan sumber daya diantaranya biaya, waktu, dan sosial. Untuk mencapai tujuan dengan efektif efisien, maka manajemen konstruksi melibatkan tahapan-tahapan metode yang standar digunakan pada setiap bangunan (rumah, gedung, dll). Metode-metode atau lingkup pekerjaan tersebut adalah sebagai berikut:

##### **2.1.1 Pekerjaan Persiapan**

Segala sesuatunya menyangkut kelancaran pekerjaan pelaksanaan harus telah disiapkan di lokasi sebelum melaksanakan pekerjaan. Jadwal terinci, Time schedule, mobilisasi peralatan dan tenaga kerja, serta kelengkapan administrasi lapangan harus disiapkan sebelum memulai pekerjaan. Demi kelancaran kegiatan sebelumnya kontraktor harus memperhatikan penempatan bahan / material dan lalu lintas.

#### **2.1.1.1 Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank**

Pemasangan Bouwplank/Pengukuran dimulai sesudah lokasi pekerjaan bersih dari semak-semak dan lainnya. Tiang bouwplank harus terpasang kuat, papan ketam halus dan lurus pada sisi atasnya, tiap sudut harus siku. Untuk kayu bouwplank tiang kayu digunakan kayu 5/7 cm dan papan bouwplank bagian atasnya diserut rata dan bersih agar permukaan peil bangunan yang telah ditentukan sama permukaannya.

#### **2.1.1.2 Pekerjaan Bedeng/Sewa**

Setelah lokasi bersih dilanjutkan dengan pembuatan Direksi Keet + Barak Kerja dan Gudang, dimana Direksi Keet dibuat untuk kegiatan administrasi proyek. Sementara barak kerja dibuat untuk penginapan para pekerja dan gudang dibuat untuk menyimpan bahan material dan peralatan.

#### **2.1.1.3 Air dan Listrik Kerja**

Air untuk kerja senantiasa bersih, bebas dari lumpur, minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton atau baja tulangan. Listrik untuk bekerja akan disediakan yang diperoleh dari sambungan sementara PLN setempat selama masa pembangunan.

#### **2.1.1.4 Keamanan & Koordinasi Lingkungan**

Kami akan menyediakan fasilitas keamanan dan koordinasi lingkungan untuk kelancaran pelaksanaan proyek.

### 2.1.2 Pekerjaan Tanah

Yang dimaksud pekerjaan tanah adalah pekerjaan pengolahan tanah sebelum pelaksanaan pembangunan. Ada beberapa jenis pekerjaan tanah dalam persiapan pembangunan yaitu pekerjaan penggalian tanah, pekerjaan pengurangan pasir dan pekerjaan perataan atau pengurangan tanah, berikut :

- Galian tanah pondasi dilakukan setelah pekerjaan persiapan selesai. Galian tanah pondasi ini berpedoman pada titik-titik yang telah dibuat pada bouwplank meliputi galian tanah untuk pondasi plat menerus, batu gunung dan rollag bata. Langkah awal yang kami lakukan adalah memasang patok/bouwplank sesuai kebutuhan, setelah disetujui Direksi/Pengawasan baru dilakukan galian dengan hati-hati agar tidak terganggu kedudukan patok bouwplank dan digali sesuai dengan gambar pelaksanaan baik dari segi bentuk, ukuran dan elevasinya atau menurut petunjuk dari Direksi/Pengawas.
- Urugan tanah kembali pondasi dilaksanakan setelah pembuatan pondasi galian dilaksanakan dengan terlebih dahulu tanah dibersihkan dari lapisan tanah humus dan lapisan organik, kemudian permukaan tanah dikasarkan dan dibasahi dengan air agar timbunan mudah monolit dengan tanah dasar. Bahan timbunan diambil dari hasil galian setempat yang dipilih dan disetujui oleh Direksi/Pengawas. Pada saat penimbunan dilaksanakan secara berlapis-lapis didapatkan, tebal lapisan pertama dengan lapisan selanjutnya  $\pm 20$  cm dan dipadatkan selapis demi lapis hingga mencapai garis elevasi rencana. Pemadatan dilakukan dengan memakai stamper/Hand Compector.

- Urugan pasir dibawah pondasi dilakukan sebelum pondasi terpasang agar tidak terjadi penurunan. Pada saat penimbunan dilaksanakan secara berlapis-lapis didapatkan, tebal lapisan pertama dengan lapisan selanjutnya  $\pm 20$  cm dan dipadatkan selapis demi lapis hingga mencapai garis elevasi rencana. Pemadatan dilakukan dengan memakai stamper/Hand Compector.
- Urugan tanah bawah lantai dilaksanakan setelah pondasi, sloof dan kolom sampai elevasi nol telah terpasang dengan baik. Bahan timbunan digunakan tanah yang mudah dipadatkan. Pemadatan dilakukan dengan menggunakan stamper/Hand Compector.

### 2.1.3 Pekerjaan Beton

- Pemasangan pondasi batu gunung dikerjakan sesuai dengan gambar bestek dimana ukuran dan penampang pondasi ditentukan dengan patok profil sesuai dengan gambar bestek. Pasangan batu gunung dilaksanakan sesudah pekerjaan galian tanah pondasi dilaksanakan dengan sistim memberikan urugan pasir bawah pondasi, pasangan batu kosong. Komposisi campuran sesuai spek yang diberikan.
- Pekerjaan pasangan aanstamping/batu kosong dikerjakan setelah lapisan pasir urug selesai. Pasangan batu kosong dipasang setebal 10 cm dari material batu kali dengan perekat pasir urug.
- Setelah Pasangan batu kosong dilaksanakan dilanjutkan dengan pekerjaan sloof, pengecoran sloof dilaksanakan bersamaan dengan pengecoran lantai kerja dari beton bertulang dengan tebal 10 cm dengan tulangan susut.

- Pekerjaan pondasi tapak dilaksanakan setelah selesai pekerjaan lantai kerja, pembesian tulangan dan bekisting serta telah mendapat persetujuan pengawas.
- Pekerjaan kolom dapat dimulai pelaksanaannya setelah selesai pondasi tapak pekerjaan sloof selesai dikerjakan. Pada sisi kolom yang akan dipasang batu bata diberi nat agar antara kolom dengan dinding nantinya tidak retak.
- Pekerjaan balok, lantai dikerjakan setelah pekerjaan kolom. Bekisting dari balok lantai baru dapat dibuka setelah umur pengecoran cukup atau sesuai petunjuk dari Direksi.
- Pengecoran beton dilakukan setelah pembesian, penulangan sesuai gambar bestek dan untuk posisi peralatan Concrete Mixer, Vibrator Concrete dan Elivator Concrete.
- Untuk bahagian pekerjaan lain yang terkait pekerjaan beton balok, lantai harus dipersiapkan sebelum pengecoran beton sehingga tidak terjadi pembongkaran pada bahagian beton yang telah dicor.

Untuk melaksanakan Pekerjaan Beton Bertulang, terlebih dahulu harus didahului dengan menyiapkan pekerjaan pembesian di lokasi pekerjaan/bengkel kerja dan diluar lokasi. Pekerjaan ini terdiri dari memotong besi, membengkok sesuai ukuran dimensi serta merangkainya hingga membentuk suatu kerangka yang siap untuk dipasang dilapangan. Dalam proses merangkai/mengikat ini dilakukan langsung dilapangan selanjutnya bersamaan dapat disiapkan pekerjaan pembuatan bekisting dan perancah sesuai keperluan. Material untuk beton yang

digunakan terdiri dari Semen Portland (PC), pasir beton, kerikil pecah dan air yang memenuhi persyaratan spesifikasi teknis. Adukan beton cor dilakukan dengan mencampurkan seluruh material kedalam Molen Beton (Concrete Mixer), komposisi campuran sesuai spesifikasi diawasi secara akurat berdasarkan perbandingan volume untuk tiap-tiap material yang akan dicampurkan. Untuk memudahkan pelaksanaan pengadukan pada Concrete Mixer, akan didahului dengan menuangkan air ke dalam tabung pencampur dengan jumlah takaran yang telah ditetapkan, lalu dilanjutkan dengan menuangkan semen portland (PC) hingga kedua material tersebut membentuk menjadi air semen yang benar-benar larut dan homogen. Setelah hal tersebut dilakukan, langkah selanjutnya adalah mencampurkan material lainnya (pasir dan kerikil) kedalam tabung mixer. Proses pengadukan akan dilakukan selama lebih kurang tiga menit agar diperoleh adukan yang benar-benar tercampur secara merata. Untuk selanjutnya diangkut ke lokasi pekerjaan. Posisi concrete mixer/mesin pencampur akan diletakkan sedekat mungkin dengan lokasi pekerjaan agar proses pengangkutannya tidak memakan waktu lama hingga berpengaruh terhadap kekentalan adukan sewaktu dilakukan pengecoran. Proses pengecoran akan dilakukan kedalam cetakan/bekisting melalui talang Elevator sambil dilakukan pemadatan dengan Concrete Vibrator. Permukaan beton yang telah selesai dicor selanjutnya akan dirawat selama 7 hari dengan proses penyiraman, hal ini dilakukan untuk menjaga agar beton senantiasa dalam keadaan lembab hingga proses pengerasan beton dapat berjalan secara normal tanpa dipengaruhi oleh suhu disekitarnya.

#### **2.1.4 Pekerjaan Pasangan Dinding dan Plesteran**

- Pekerjaan pemasangan dinding batu bata dilaksanakan sebahagian sesudah pekerjaan sloof dan kolom selesai dilaksanakan dan bersamaan dengan pekerjaan kolom praktis.
- Pemasangan bata adukan 1Pc : 2Ps dipasang pada daerah basah (KM/WC) ataupun seperti yang tertera dalam gambar rencana dengan ketinggian sesuai dengan gambar rencana.
- Pemasangan bata adukan 1Pc : 4Ps dipasang pada dinding bangunan, tolak angin dan dinding penutup diatas ring balok.
- Sebelum digunakan batu bata terlebih dahulu direndam air dalam bak atau drum hingga jenuh. Pemasangan dinding batu bata sebelum diplester harus dibasahi dengan air terlebih dahulu dan siar-siar telah dikerok dan dibersihkan. Pemasangan dinding batu bata dilakukan bertahap, setiap tahap terdiri maksimum 24 lapis setiap harinya, diikuti dengan cor kolom praktis.
- Adukan pasangan harus dibuat secara hati-hati, diaduk didalam bak kayu yang memenuhi syarat, mencampur semen dengan pasir harus dalam keadaan kering yang kemudian diberi air sampai didapat campuran yang plastis. Adukan yang telah mengering akibat tidak habis digunakan sebelumnya, tidak boleh dicampur lagi dengan adukan yang baru.
- Pekerjaan plesteran dilakukan pada seluruh pasangan bata, beton bertulang dan dinding. Pekerjaan plesteran dilakukan bersamaan dengan penyelesaian pasangan bata, pemipaan elektrik, plumbing.
- Plesteran adukan 1 Pc : 2 Ps dipergunakan pada dinding KM/WC setinggi 1,5 m dari kaki dinding, trasram juga 30 cm dari permukaan pasangan batu

pada dinding, sedangkan plesteran bata lainnya dipergunakan campuran 1 Pc : 4 Ps.

- Sebelum plesteran dilakukan terlebih dahulu dinding dibersihkan dari semua kotoran, kemudian dinding dibasahi dengan air dan permukaan beton yang akan diplester dibuat kasar agar bahan plesteran dapat merekat dengan baik.
- Ketebalan plesteran untuk seluruh konstruksi minimal 10 mm, termasuk lapisan dinding keramik, kecuali ditentukan lain pada gambar.

### **2.1.5 Pekerjaan Atap**

Kuda-kuda, balok dan rangka atap yang digunakan adalah dari baja ringan yang mempunyai kualitas yang bagus dan tahan lama. Metode pemasangan dimulai dari sisi bawah (dari sisi lisplank). Pemasangan harus rapi dan memenuhi syarat-syarat sehingga tidak mengakibatkan kebocoran. Untuk pekerjaan lisplank akan menggunakan jenis kayu Seumantok yang mempunyai daya tahan lama (awet). Pada pekerjaan atap ini dilakukan dengan teliti dan rapi.

### **2.1.6 Pekerjaan Plafond**

- Langit-langit ruangan dipasang plafond triplek. Sebelum pemasangan plafond terlebih dahulu dibuat rangka plafond terbuat dari kayu kelas II. Pemasangan plafond triplek dilakukan langsung pada rangka plafond kayu kelas II.



### 2.1.7 Pekerjaan Lantai

- Pada pekerjaan lantai seperti tercantum pada gambar rencana yang dikerjakan diatas beton cor, sebelum dilakukan pengecoran terlebih dahulu tanah pasir urug dipadatkan dengan alat pemadat (stamper).
- Pola pemasangan keramik lantai satu sesuai dengan gambar rencana dan petunjuk Direksi. Jarak antara unit-unit pemasangan keramik yang terpasang (lebar siar-siar) dibuat sama lebar minimum 2 mm dan kedalaman maksimum 2 mm yang membentuk garis-garis sejajar dan lurus yang sama lebar dan sama dalamnya, untuk siar-siar yang berpotongan dibuat membentuk sudut siku dan saling berpotongan tegak lurus sesamanya. Pemotongan unit-unit keramik menggunakan alat pemotong keramik khusus sesuai persyaratan pabrik.
- Keramik yang telah terpasang dibersihkan dari segala macam noda pada permukaan keramik hingga bersih. Sebelum keramik dipasang terlebih dahulu unit-unit keramik direndam dalam air sampai jenuh. Pinggulan pasangan keramik dilakukan dengan alat gurinda sehingga diperoleh hasil pengerjaan yang rapi, siku dan tepian yang sempurna.
- Untuk plat lantai kamar mandi dan balkon serta plat atap beton digunakan water proofing yang mempunyai jaminan/garansi dari pabrik. Bidang permukaan beton yang akan diberi bahan kedap air dibuat rata, halus, kering dan bersih serta cukup landai (kemiringan 1-2 % ke arah lubang pembuang air).
- Sebelum diplester, lantai beton dikasarkan dan jenuh dengan air. Hasil akhir dari pekerjaan lapisan kedap air merupakan suatu lapisan dengan

permukaan yang rata/tidak bergelombang serta tidak berlubang-lubang pada sambungan-sambungannya ataupun keretakan lainnya yang dapat menimbulkan kebocoran.

### **2.1.8 Pekerjaan Plumbing**

- Pemasangan pipa-pipa dilakukan sebelum plesteran dan langit-langit dilaksanakan dan bisa dilakukan secara bersamaan.
- Pemasangan sparing untuk pipa-pipa yang mungkin akan menembus struktur bangunan mesti dilakukan bersama-sama pada waktu pelaksanaan struktur yang bersangkutan.
- Pemasangan pipa-pipa atau alat bantu dilakukan sedemikian rupa, sehingga tidak ada suatu sambungan yang saling bersilangan atau pipa air bersih dengan pipa pembuangan lainnya.
- Seluruh perlengkapan toilet dan peralatan bantu dilakukan sejalan dengan pekerjaan lantai, dinding sebelum dipasang terlebih dahulu mendapat persetujuan Direksi serta warnanya telah mendapat persetujuan perencana.
- Tempat dudukan yang dipasang perlengkapan toilet beserta seluruh pekerjaan yang berhubungan dengan pekerjaan tersebut telah terpasang dengan baik dan disetujui dari Direksi.

### **2.1.9 Pekerjaan Elektrikal**

- Semua bahan sebelum dipasang terlebih dahulu ditunjukkan kepada Direksi beserta persyaratan/ketentuan pabrik untuk mendapatkan persetujuan.

- Sebelum pemasangan dimulai, kami akan meneliti gambar-gambar yang ada dan kondisi dilapangan terhadap bentuk, pola, penempatan, cara pemasangan dan detail-detail sesuai gambar.
- Semua sambungan rapat air dan udara. Penyaring dan pipa-pipa yang diekspos untuk semua peralatan dan perlengkapan dihubungkan ke pipa kasar pada dinding dengan sambungan sesuai yang disyaratkan.
- Jaringan instalasi dan ukuran pipa-pipa yang dipakai disesuaikan dengan gambar rencana. Untuk pekerjaan elektikal, instalasi listrik pada dinding bata dikerjakan sebelum pekerjaan plesteran dilaksanakan demikian juga halnya dengan penempatan kabel-kabel dan titik lampu dilakukan seiring dengan pekerjaan pemasangan plafond. Setelah instalasi listrik selesai lampu-lampu segera dipasang atau sesuai dengan petunjuk Direksi. Jenis lampu dipasang sesuai dengan gambar rencana.

#### **2.1.10 Pekerjaan Kusen dan Peggantung**

- Pekerjaan kusen pintu menggunakan bahan yang terbuat dari aluminium, yang memiliki kualitas yang bagus sesuai spesifikasi dalam bestek dan disetujui oleh Direksi. Pemasangan kusen dilakukan seiring dengan pemasangan dinding bata. Pada bagian pekerjaan bata dipasang kusen langsung ditempatkan kusen pintu, kusen jendela maupun kusen bouvenlight. Untuk pemasangan kusen pintu diberi kaki kusen dari semen agar kusen tidak rusak terkena air. Untuk ketinggian penempatan jendela dari lantai mengikuti gambar rencana atau disamakan antara elevasi

ambang atas kusen pintu dengan elevasi ambang atas jendela atau bouvenlight. Bagian kusen yang menyentuh dinding akan diberi anker yang terbuat dari baut khusus.

- Pekerjaan ini meliputi pekerjaan pemasangan kunci pintu dan jendela serta aksesoris lain. Dalam pekerjaan ini nilai atau persentase pekerjaan ini sangat kecil, namun demikian pekerjaan ini menjadi penting mengingat keamanan maupun kenyamanan dimasa yang akan datang berhubungan erat dengan kesempurnaan pekerjaan ini. Sebelum alat-alat penggantung dan kunci dipasang kami akan memperlihatkan terlebih dahulu kepada direksi ataupun konsultan pengawas untuk mendapatkan persetujuan penggunaannya.

#### **2.1.11 Pekerjaan Pengecatan**

- Sebelum Pekerjaan Pengecatan dilakukan bagian yang akan dicat terlebih dahulu dibersihkan dan sebagai dasar awal diberikan dempul agar permukaan dinding terlihat halus tidak kasar.
- Pengecatan dilakukan lapis demi lapis, setiap kali lapisan pada cat akhir dilakukan, dihindarkan terjadinya sentuhan-sentuhan selama  $\frac{1}{2}$  sampai  $1 \frac{1}{2}$  jam. Pengecatan akhir dilakukan minimum 2 (dua) lapis sehingga hasil pengecatan yang baik dan rata warnanya.

#### **2.1.12 Pekerjaan Lain-lain**

Untuk pekerjaan Septictank dimulai dengan terlebih dahulu dikerjakan galian tanah, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan pondasi batu bata 1 : 2. Setelah terpasang, sisi pondasi diurug dengan tanah dan pasir serta dipadatkan dengan baik agar tidak terjadi penurunan. Pondasi ditimbun hingga mencapai ketinggian di bawah lantai dengan pasir dan kerikil. Setelah itu dilanjutkan dengan pemasangan ijuk. Pada saat penimbunan kerikil dipasang pipa buang air kotor 4". Setelah urugan pasir dilaksanakan dilanjutkan dengan urugan tanah dan pemasangan pipa hawa dia. 2".

## 2.2 Pondasi

Struktur bawah merupakan bagian bawah dari suatu struktur bangunan atau gedung yang menahan beban dari struktur atas. Struktur bawah meliputi batok sloof dan pondasi.

Batok stoof adalah batok yang mengikat pondasi satu dengan yang lain, berfungsi sebagai pengikat dan juga untuk mengantisipasi penurunan pada pondasi agar tidak terjadi secara berlebihan.

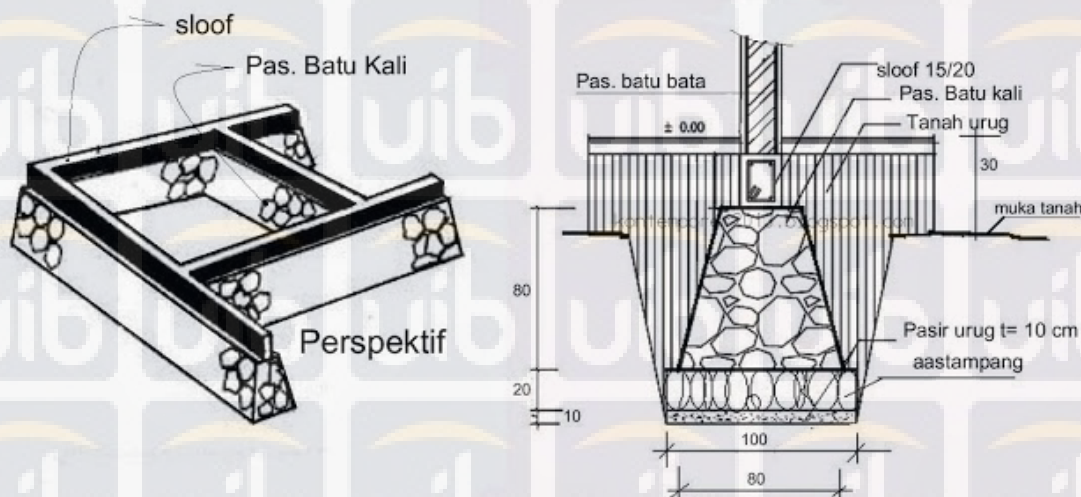
Pondasi adalah struktur bagian pating bawah dari suatu konstruksi (gedung, jembatan, jalan raya, terowongan, dinding penahan, menara, tanggul, dll.) yang berfungsi untuk menyaturkan beban vertikal di atasnya (kotom) maupun beban horizontal ke tanah.

Perencanaan struktur bawah untuk suatu konstruksi bangunan dengan tepat mutlak diperlukan untuk dapat menjaga kestabilan konstruksi yang ditahan.

Kesalahan dalam perhitungan struktur bawah akan menyebabkan bangunan yang kokoh pada struktur atas menjadi runtuh dan berakibat fatal bagi penghuninya.

Analisis pada contoh perhitungan struktur dilakukan dengan mengacu pada Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002), Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI-03-1726-2002), dan Peraturan Pembebanan Indonesia (PPIUG 1983).

Pada pembahasan dibawah, yang dimaksud dengan beban tidak terfaktor adalah beban DL + LL, sedangkan beban terfaktor adalah beban ultimit yang berasal dari kombinasi pembebanan seperti yang disyaratkan SNI 03-2847-2002 pasal 11.2.



Gambar 2.1 Jenis-jenis pondasi

Sumber : <http://kontemporer2013.blogspot.com>

### 2.2.1 JENIS-JENIS PONDASI

Jenis-jenis pondasi dibedakan:

#### 1. Berdasarkan bahan yang dipakai

- Pondasi batu bata
- Pondasi batu kali/karang
- Pondasi beton

#### 2. Berdasarkan bentuk dan kedalaman

- Pondasi dalam
- Pondasi dangkal

#### 3. Berdasarkan beban yang dipikul

- Pondasi : menanggung beban vertikal
- Turap : menanggung beban horizontal

### 2.2.2 DAYA DUKUNG TANAH

Daya dukung tanah ( $q$ ) adalah kemampuan tanah memikul tekanan, atau tekanan maksimum yang diijinkan yang bekerja pada tanah di atas pondasi. Daya

dukung terfaktor ( $q_{ult}$ ) atau Factored Bearing Capacity adalah kemampuan tanah memikul tekanan atau tekanan maksimum pada batas runtuh. Rumusnya adalah:

$$\bar{\sigma} = \sigma_{ult} / SF$$

di mana:

SF = safety factor

$\sigma_{ult} = 3$  untuk beban normal

$\bar{\sigma} = 2$  untuk beban darurat

Daya dukung tanah ditentukan dan dibatasi oleh:

- Aman terhadap runtuhnya tanah (outr / SF).
- Aman terhadap penurunan akibat konsolidasi tanah sehingga penurunan total tidak terlalu besar.

Daya dukung terfaktor dipengaruhi oleh:

- Nilai parameter tanah ( $g, c, \gamma$ )
- Kedalaman pondasi  $D_f$
- Ukuran dan bentuk pondasi
- Sifat tanah terhadap penurunan
- Kedalaman muka air tanah

### 2.3 Sloof

Sloof adalah jenis konstruksi beton bertulang yang sengaja di desain khusus luas penampang dan jumlah pembesiannya, disesuaikan dengan kebutuhan beban yang akan dipikul oleh sloof tersebut nantinya. Untuk menentukan luas penampang (ukuran sloof ini), dibutuhkan perhitungan teknis yang tepat agar sloof tersebut nanti “benar – bebar mampu” untuk memikul beban dinding bata di atasnya nanti. Untuk itu ada baiknya kita menggunakan jasa konsultan untuk menghitung dan mendesain dimensi sloof ini.

#### 2.3.1 Jenis-jenis Sloof



Beberapa macam sloof yang biasa di pakai oleh masyarakat Indonesia sebagai berikut :

- Konstruksi Sloof dari beton bertulang, konstruksi sloof ini bisa digunakan di atas pondasi batu kali apabila pondasi tersebut dimaksudkan untuk rumah atau gedung (bangunan) tidak bertingkat dengan perlengkapan kolom praktis pada jarak dinding kurang lebih 3 m. Untuk ukuran lebar / tinggi sloof beton bertulang adalah  $> 15/20$  cm. Konstruksi sloof dari beton bertulang juga bisa dimanfaatkan sebagai balok pengikat pada pondasi tiang.
- Konstruksi Sloof dari batu bata, rolag dibuat dari susunan batu bata yang di pasang dengan cara melintang dan diikat dengan adukan pasangan (1 bagian portland semen : 4 bagian pasir). Konstruksi rolag ini tidak memenuhi syarat untuk membagi beban.
- Konstruksi Sloof dari kayu, konstruksi rumah panggung dengan pondasi tiang kayu (misalnya di atas pondasi setempat), sloof dapat dibentuk sebagai balok pengapit. Jika sloof dari kayu ini terletak di atas pondasi lajur dari batu atau beton, maka dipilih balok tunggal.

### 2.3.2 Fungsi Sloof

Sloof ini berfungsi untuk memikul beban dinding, sehingga dinding tersebut “berdiri” pada beton yang kuat, sehingga tidak terjadi penurunan dan pergerakan yang bisa mengakibatkan dinding rumah menjadi retak atau pecah.

Selain itu Sloof juga memiliki fungsi sebagai berikut :

- Menerima beban dari bagian bangunan di atasnya, seperti pasangan dingsing, pintu, jendela, dan sejenisnya.
- Meratakan beban yang diterima dari bangunan di atasnya untuk kemudian disalurkan menuju pondasi.
- Sebagai pengikat antar kolom sehingga struktur bangunan menjadi kaku dan aman terhadap guncangan akibat angin, gempa, dan lain – lain.
- Sebagai dinding penahan material urugan tanah, pasangan keramik dan berbagai macam pekerjaan lantai bangunan agar bisa tetap berada pada posisi yang direncanakan.
- Sloof juga bisa difungsikan sebagai ornamen untuk memperindah arsitektur bangunan, terutama sloof yang lokasinya di atas permukaan tanah sehingga bisa langsung terlihat oleh mata memandang.

## **2.4 Kolom**

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (collapse) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (total collapse) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996). SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

### **2.4.1 Fungsi Kolom**

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Seluruh beban yang diterima kolom didistribusikan ke permukaan tanah di bawahnya. Kesimpulannya, sebuah bangunan akan aman dari kerusakan bila besar dan jenis pondasinya sesuai dengan perhitungan. Namun, kondisi tanah pun harus benar-benar sudah mampu menerima beban dari pondasi. Kolom menerima beban dan meneruskannya ke pondasi, karena itu pondasinya juga harus kuat, terutama untuk konstruksi rumah bertingkat, harus diperiksa kedalaman tanah kerasnya agar bila tanah ambles atau terjadi gempa tidak mudah roboh. Struktur dalam kolom dibuat dari besi dan beton. Keduanya merupakan gabungan antara material yang tahan tarikan dan tekanan. Besi adalah material yang tahan tarikan, sedangkan beton adalah material yang tahan tekanan. Gabungan kedua material ini dalam struktur beton memungkinkan kolom atau bagian struktural lain seperti sloof dan balok bisa menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

#### **2.4.2 Jenis-jenis Kolom**

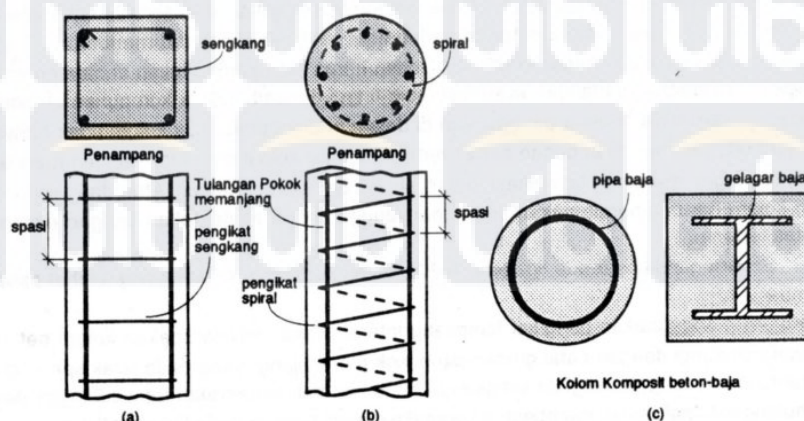
Menurut Wang (1986) dan Ferguson (1986) jenis-jenis kolom ada tiga:

1. Kolom ikat (tie column)
2. Kolom spiral (spiral column)

### 3. Kolom komposit (composite column)

Dalam buku struktur beton bertulang (Istimawan dipohusodo, 1994) ada tiga jenis kolom beton bertulang yaitu :

- Kolom menggunakan pengikat sengkang lateral. Kolom ini merupakan kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang, yang pada jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral. Tulangan ini berfungsi untuk memegang tulangan pokok memanjang agar tetap kokoh pada tempatnya. Terlihat dalam gambar 2.2.(a).
- Kolom menggunakan pengikat spiral. Bentuknya sama dengan yang pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang adalah tulangan spiral yang dililitkan keliling membentuk heliks menerus di sepanjang kolom. Fungsi dari tulangan spiral adalah memberi kemampuan kolom untuk menyerap deformasi cukup besar sebelum runtuh, sehingga mampu mencegah terjadinya kehancuran seluruh struktur sebelum proses redistribusi momen dan tegangan terwujud.
- Struktur kolom komposit seperti tampak pada gambar 2.2.(c). Merupakan komponen struktur tekan yang diperkuat pada arah memanjang dengan gelagar baja profil atau pipa, dengan atau tanpa diberi batang tulangan pokok memanjang.



*Gambar 2.2 Jenis-jenis kolom*

Sumber : <http://tekniksipilinfo.blogspot.co.id>

## **2.5 Balok**

Balok adalah bagian dari structural sebuah bangunan yang kaku dan dirancang untuk menanggung dan mentransfer beban menuju elemen-elemen kolom penopang. Selain itu ring balok juga berfungsi sebagai pengikat kolom-kolom agar apabila terjadi pergerakan kolom-kolom tersebut tetap bersatu padu mempertahankan bentuk dan posisinya semula. Ring balok dibuat dari bahan yang sama dengan kolomnya sehingga hubungan ring balok dengan kolomnya bersifat kaku tidak mudah berubah bentuk. Pola gaya yang tidak seragam dapat mengakibatkan balok melengkung atau defleksi yang harus ditahan oleh kekuatan internal material.

### **2.5.1 Jenis-Jenis Balok**

Dalam dunia konstruksi dalam beberapa jenis balok yang dipakai tergantung kebutuhan dan fungsi, beberapa jenis balok antara lain :

- Balok sederhana bertumpu pada kolom diujung-ujungnya, dengan satu ujung bebas berotasi dan tidak memiliki momen tahan. Seperti struktur statis lainnya, nilai dari semua reaksi, pergeseran dan momen untuk balok sederhana adalah tidak tergantung bentuk penampang dan materialnya.

- Kantilever adalah balok yang diproyeksikan atau struktur kaku lainnya didukung hanya pada satu ujung tetap
- Balok teritisan adalah balok sederhana yang memanjang melewati salah satu kolom tumpuannya.
- Balok dengan ujung-ujung tetap ( dikaitkan kuat ) menahan translasi dan rotasi
- Bentangan tersuspensi adalah balok sederhana yang ditopang oleh teristisan dari dua bentang dengan konstruksi sambungan pin pada momen nol.
- Balok kontinu memanjang secara menerus melewati lebih dari dua kolom tumpuan untuk menghasilkan kekakuan yang lebih besar dan momen yang lebih kecil dari serangkaian balok tidak menerus dengan panjang dan beban yang sama.

### 2.5.2 Macam-Macam Balok

- Balok kayu

Balok kayu menopang papan atau dek structural. Balok dapat ditopang oleh balok induk, tiang, atau dinding penopang beban.

- Balok baja

Balok baja menopang dek baja atau papan beton pracetak. Balok dapat ditopang oleh balok induk ( girder ), kolom, atau dinding penopang beban.

- Balok beton

Pelat beton yang dicor di tempat dikategorikan menurut bentangan dan bentuk cetaknya.

### **2.5.2.1 Balok Kayu**

Dalam pemilihan balok kayu, factor berikut harus dipertimbangkan : jenis kayu, kualitas structural, modulud elastisitas, nilai tegangan tekuk, nilai tegangan geser yang diizinkan dan defleksi minimal yang diizinkan untuk penggunaan tertentu. Sebagai tambahan , perhatikan kondisi pembebanan yang akurat dan jenis koneksi yang digunakan.

### **2.5.2.2 Balok Kayu Laminasi Lem**

Kayu laminasi lem dibuat dengan melaminasi kayu kualitas tegang ( stress grade ) dengan bahan adhesive di bawah kondisi yang terkontrol, biasanya parallel terhadap urat kayu semua lembaran. Kelebihan kayu laminasi lem dibandingkan kayu utuh secara umum yaitu batas tegangan yang lebih besar, penampilan yang lebih menarik dan ketersediaan bentuk penampang yang beragam. Kayu laminasi lem dapat disatukan ujung-ujungnya dengan sambungan scarf dan finger sesuai panjang yang diinginkan, atau dilem ujung-ujungnya untuk lebar atau kedalaman yang lebih besar.

### **2.5.2.3 Balok kayu berserat parallel**

Kayu berserat parallel atau disebut Parallel Strand Lumber ( PSL ) adalah kayu structural yang dibuat dengan mengikat serat-serat panjang kayu bersama dibawah panas dan tekanan dengan menggunakan adhesive kedap air. PSL adalah produk hak milik di bawah merek dagang Parallam, digunakan sebagai balok dan kolom pada konstruksi kolom-balok dan balok, header, serta lintel pada konstruksi rangka ringan.

#### **2.5.2.4 Balok kayu veneer berlaminasi**

Kayu veneer berlaminasi atau Laminated Veneer Lumber ( LVL ) adalah produk kayu yang dibuat dengan mengikat lapisan tripleks secara bersama dibawah panas dan tekanan menggunakan bahan adhesive kedap air. Mempunyai urat serat kayu arah longitudinal yang seragam menghasilkan produk yang kuat ketika ujungnya dibebani sebagai balok atau permukaannya dibebani sebagai papan. LVL digunakan sebagai header dan balok .

#### **2.5.2.5 Balok Baja**

Balok induk, balok, kolom baja structural digunakan untuk membangun rangka bermacam-macam struktur mencakup bangunan satu lantai sampai gedung pencakar langit. Karena baja structural sulit dikerjakan lokasi ( on-site ) maka biasanya dipotong, dibentuk, dan dilubangi dalam pabrik sesuai spesifikasi disain.

Hasilnya berupa konstruksi rangka structural yang relative cepat dan akurat. Baja structural dapat dibiarkan terekspos pada konstruksi tahan api yang tidak terlindungi, tapi karena baja dapat kehilangan kekuatan secara drastic karena api, pelapis anti api dibutuhkan untuk memenuhi kualifikasi sebagai konstruksi tahan api. Balok baja berbentuk wide-flange ( W ) yang lebih efisien secara structural telah menggantikan bentuk klasik I-beam ( S ). Balok juga dapat berbentuk channel ( C ), tube structural, balok induk, balok, kolom baja structural digunakan untuk membangun rangka bermacam-macam struktur mencakup bangunan satu lantai sampai gedung pencakar langit. Karena baja structural sulit dikerjakan lokasi ( on-site ) maka biasanya dipotong, dibentuk, dan dilubangi dalam pabrik



sesuai spesifikasi disain. Hasilnya berupa konstruksi rangka structural yang relative cepat dan akurat. Baja structural dapat dibiarkan terekspos pada konstruksi tahan api yang tidak terlindungi, tapi karena baja dapat kehilangan kekuatan secara drastic karena api, pelapis anti api dibutuhkan untuk memenuhi kualifikasi sebagai konstruksi tahan api.

Balok baja berbentuk wide-flange ( W ) yang lebih efisien secara structural telah menggantikan bentuk klasik I-beam ( S ). Balok juga dapat berbentuk channel ( C ), tube structural,

## **2.6 Pelat**

Yang dimaksud dengan pelat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada apabila struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebar bidangnya. Pelat beton ini sangat kaku dan arahnya horisontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

Pelat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan maupun lantai pada dermaga. Beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati dan/atau beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan terjadi momen lentur (seperti pada kasus balok).

### **2.6.1 Definisi Pelat**

Pada umumnya struktur bangunan gedung baik skala kecil maupun skala besar tersusun begitu banyak komponen seperti pelat lantai, balok anak, balok induk, kolom, pondasi, atap dan banyak lagi yang umumnya merupakan satu kesatuan monolit atau terangkai seperti halnya pada sistem pracetak. Petak pelat dibatasi oleh balok anak pada kedua sisi panjang dan oleh balok induk pada kedua sisi pendek (Istimawan, 1999).

Pelat yang didukung sepanjang keempat sisinya dinamakan sebagai pelat dua arah, dimana lenturan akan timbul pada dua arah yang saling tegak lurus.

Namun, apabila perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari 2, plat dapat dianggap hanya bekerja sebagai plat satu arah dengan lenturan utama pada arah sisi yang lebih pendek. Struktur plat satu arah dapat didefinisikan sebagai plat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan sehingga lenturan timbul hanya dalam satu arah saja, yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap arah dukungan tepi (Istimawan, 1999).

Pelat adalah struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang atau lebar bidangnya. Pelat beton ini sangat kaku dan arahnya horisontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

Pelat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan maupun lantai pada dermaga. Beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap

beban gravitasi (beban mati dan/atau beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan terjadi momen lentur.

Pelat lantai menerima beban yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan pelat. Berdasarkan kemampuannya untuk menyalurkan gaya akibat beban, pelat lantai dibedakan menjadi : pelat satu arah, yaitu pelat yang didukung pada kedua tepi sisi yang berhadapan sehingga lenturan timbul pada arah tegak lurus terhadap arah dukungan tepi, dan pelat dua arah, yaitu pelat yang didukung pada keempat sisinya yang dibatasi oleh dua balok induk pada sisi pendeknya dan dua balok anak pada sisi panjangnya.

### **2.6.2 Fungsi Pelat Lantai**

Adapun fungsi pelat lantai adalah sebagai berikut:

- a. Sebagai pemisah ruang bawah dan ruang atas.
- b. Sebagai tempat berpijak penghuni di atas lantai.
- c. Untuk menempatkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah.
- d. Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah.
- e. Menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal.

### **2.6.3 Konstruksi Pelat Lantai Berdasarkan Materialnya**

Konstruksi untuk pelat lantai dapat dibuat dari berbagai material, contohnya kayu, beton, baja dan yumen (kayu semen). Dalam penelitian ini material yang digunakan untuk pelat lantai adalah beton.

Beton didefinisikan, “sebagai campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan

membentuk massa padat” (SK SNI T-15-1991-03). Semen yang diaduk dengan air akan membentuk pasta semen. Jika semen ditambah dengan pasir akan menjadi mortar semen. Jika ditambah lagi dengan kerikil atau batu pecah disebut beton.

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun kuat tarik yang lemah. Untuk kuat tekan, di Indonesia sering menggunakan satuan  $\text{kg/cm}^2$  dengan symbol K.

Contohnya, K225 adalah kuat tekan karakteristik beton  $225 \text{ kg/cm}^2$  dengan benda uji kubus sisi 15 cm. Sedangkan  $f_c' = 22,5 \text{ Mpa}$  adalah kuat tekan beton  $225 \text{ kg/cm}^2$  dengan benda uji silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm. Faktor konversi nilai K ke  $f_c'$  ini dilakukan dengan mengalikan nilai K dengan 0,083 sehingga didapat nilai  $f_c'$ .

Pelat lantai dari beton mempunyai keuntungan antara lain :

1. Mampu mendukung beban besar.
2. Merupakan isolasi suara yang baik.
3. Tidak dapat terbakar dan dapat lapis kedap air.
4. Dapat dipasang tegel untuk keindahan lantai.
5. Merupakan bahan yang kuat dan awet, tidak perlu perawatan dan dapat berumur panjang.

Pelat lantai beton bertulang umumnya dicor di tempat, bersama-sama balok penumpu. Dengan demikian akan diperoleh hubungan yang kuat yang menjadi satu kesatuan. Pada pelat lantai beton dipasang tulangan baja pada kedua arah, tulangan silang, untuk menahan momen tarik dan lenturan. Perencanaan dan hitungan pelat lantai dari beton bertulang harus mengikuti persyaratan yang tercantum dalam buku SNI Beton 1991.

#### 2.6.4 Pembebanan Pelat

Berdasarkan “Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, 1983”, pembebanan dibagi atas beberapa jenis beban yaitu :

1. Beban mati, ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap.
2. Beban hidup, ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung.
3. Beban angin, ialah semua beban yang bekerja pada gedung yang disebabkan oleh selisih tekanan udara.
4. Beban gempa, ialah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa.

Adapun elemen-elemen pembebanan untuk pelat lantai, yaitu :

1. Beban hidup (untuk rumah tinggal) = 200 kg/m<sup>2</sup>
2. Beban hidup (untuk pabrik, ruang alat, dll) = 500 kg/m<sup>2</sup>
3. Penutup lantai dari ubin semen portland = 24 kg/m<sup>2</sup>
4. Berat dinding pasangan bata tebal ½ batu = 250 kg/m<sup>2</sup>
5. Berat jenis beton = 2.400 kg/m<sup>3</sup>

*(elemen pembebanan selengkapnya dapat dilihat pada buku : Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung, 1983).*

#### 2.6.5 Pengujian Pembebanan Menurut SNI T-15-1991-03

Adapun peraturan uji beban yang digunakan dalam pengujian lendutan pelat lantai dikutip dari “Tata Cara Penghitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI T-15-1991-03” Pasal 3 Ayat 13 Butir 4.

#### **2.6.5.1 Menentukan Beban**

Dalam menentukan beban dipakai Pasal 3 Ayat 13 Butir 4 sub butir 3 dan yaitu bagian struktur yang dipilih untuk dibebani harus diberi suatu beban total, termasuk beban mati yang telah bekerja, yang ekuivalen dengan  $0,85(1,2D+1,6L)$ . Beban uji harus dilakukan dalam tidak kurang dari empat tahapan penambahan beban yang kira-kira sama, tanpa hentakan pada struktur. Air dipilih sebagai beban uji karena memenuhi kriteria diatas yaitu “tanpa hentakan” dan “pelengkungan beban-beban supaya dihindarkan”. Besarnya beban sesuai dengan “Tata Cara Penghitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI T-15-1991-03” Pasal 3 Ayat 13 Butir 4 Sub-Butir 3 yaitu  $0.85 (1.2D + 1.6L)$ .

#### **2.6.5.2 Pengukuran Lendutan**

Pengujian beban dilakukan untuk mengetahui besar lendutan pada pelat akibat beban yang diberikan. Hal ini terdapat pada Pasal 3 Ayat 13 Butir 4 sub butir 3 dan 8, yaitu “bila bagian struktur yang diuji tidak menunjukkan gejala keruntuhan terlihat secara nyata, maka kriteria berikut harus digunakan sebagai indikasi perilaku yang memuaskan, yaitu :

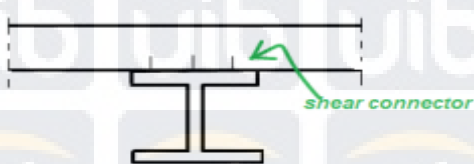
1. Bila lendutan maksimum terukur  $a$  dari suatu balok, lantai atau atap kurang dari  $/20.000h$ .
2. Bila lendutan maksimum terukur  $a$  dari suatu balok, lantai atau atap melebihi  $/20.000h$  maka pemulihan lendutan selama 24 jam setelah beban diangkat

sekurang-kurangnya 75 persen dari lendutan maksimum untuk beton nonpratekan, atau 80 persen untuk beton pratekan. Dimana  $l_t$  adalah bentang terpendek, dan  $h$  adalah tebal pelat.

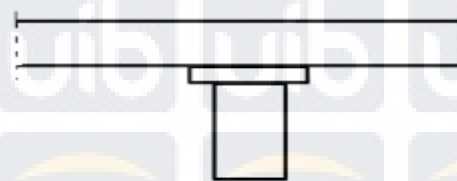
### 2.6.6 Tumpuan Pelat

Untuk merencanakan pelat beton bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan saja, tetapi juga jenis perletakan dan jenis penghubung di tempat tumpuan. Kekakuan hubungan antara pelat dan tumpuan akan menentukan besar momen lentur yang terjadi pada pelat.

Untuk bangunan gedung, umumnya pelat tersebut ditumpu oleh balok-balok secara monolit, yaitu pelat dan balok dicor bersama-sama sehingga menjadi satu-kesatuan, seperti pada gambar 2.3 (a) atau ditumpu oleh dinding-dinding bangunan seperti pada gambar 2.3 (b) Kemungkinan lainnya, yaitu pelat didukung oleh balok-balok baja dengan sistem komposit seperti pada gambar 2.3 (c) atau didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, yang dikenal dengan pelat cendawan, seperti gambar 2.3 (d).



(c) Pelat ditumpu balok baja dengan sistem komposit



(d) Pelat ditumpu kolom secara langsung (pelat cendawan)

### Gambar 2.3 Penumpu Pelat

Sumber : Asroni, A. Buku Balok Dan Pelat Beton Bertulang, 2010.

#### 2.6.7 Jenis Perletakan Pelat Pada Balok

Kekakuan hubungan antara pelat dan konstruksi pendukungnya (balok) menjadi satu bagian dari perencanaan pelat. Ada 3 jenis perletakan pelat pada balok, yaitu sebagai berikut :

##### 1. Terletak bebas

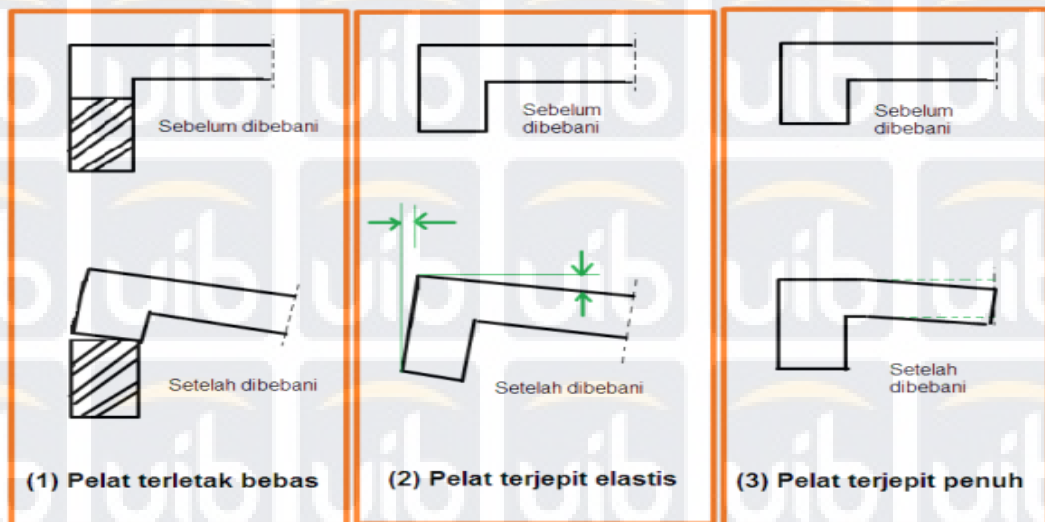
Keadaan ini terjadi jika pelat diletakkan begitu saja di atas balok, atau antara pelat dan balok tidak dicor bersama-sama, sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut, lihat gambar 1.2 (1). Pelat yang ditumpu oleh tembok juga termasuk dalam kategori terletak bebas.

Terjepit elastis keadaan ini terjadi jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, tetapi ukuran balok cukup kecil, sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi pelat. Lihat gambar 1.2 (2).

##### 2. Terjepit penuh

Keadaan ini terjadi jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar, sehingga mampu untuk mencegah terjadinya rotasi pelat. Lihat gambar 1.2 (3).





Gambar 2.4 Jenis Perletakan Pelat Pada Balok

Sumber : Asroni,A. Buku Balok Dan Pelat Beton Bertulang,2010.

### 2.6.8 Sistem Penulangan Pelat

Sistem perencanaan tulangan pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam yaitu

1. Sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok satu arah (selanjutnya disebut : pelat satu arah/ *one way slab*).
2. Sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok dua arah (disebut pelat dua arah/*two way slab*).

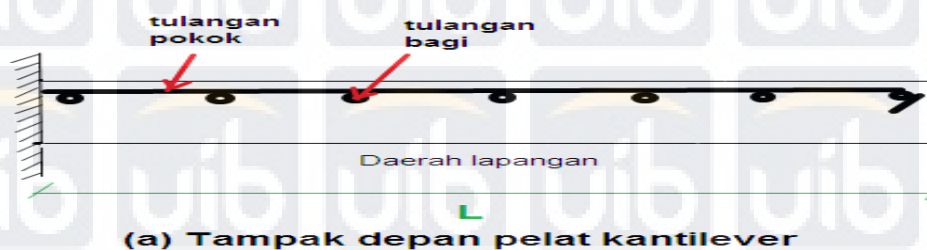
#### 2.6.8.1 Penulangan Pelat Satu Arah

1. Konstruksi pelat satu arah.

Pelat dengan tulangan pokok satu arah ini akan dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Contoh pelat satu arah adalah pelat kantilever (*luifel*) dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan.

Karena momen lentur hanya bekerja pada 1 arah saja, yaitu searah bentang L lihat gambar 2.4 (a), maka tulangan pokok juga dipasang 1 arah yang searah bentang L tersebut. Untuk menjaga agar kedudukan tulangan pokok (pada saat pengecoran beton) tidak berubah dari tempat semula maka dipasang pula tulangan tambahan yang arahnya tegak lurus tulangan pokok. Tulangan tambahan ini lazim disebut : tulangan bagi. Seperti terlihat pada gambar 2.4 (b).

Kedudukan tulangan pokok dan tulangan bagi selalu bersilangan tegak lurus, tulangan pokok dipasang dekat dengan tepi luar beton, sedangkan tulangan bagi dipasang di bagian dalamnya dan menempel pada tulangan pokok. Tepat pada lokasi persilangan tersebut, kedua tulangan diikat kuat dengan kawat binnedraad. Fungsi tulangan bagi, selain memperkuat kedudukan tulangan pokok, juga sebagai tulangan untuk menahan retak beton akibat susut dan perbedaan suhu beton.








Gambar 2.5 Pelat Dengan Tulangan Pokok 1 Arah  
 Sumber : Asroni,A. Buku Balok Dan Pelat Beton Bertulang,2010.

2. Simbol gambar penulangan.

Pada pelat kantilever, karena momennya negatif, maka tulangan pokok (dan tulangan bagi) dipasang di atas. Jika dilihat gambar penulangan Tampak depan (gambar 2.5 (a)), maka tampak jelas bahwa tulangan pokok dipasang paling atas (dekat dengan tepi luar beton), sedangkan tulangan bagi menempel di bawahnya. Tetapi jika dilihat pada gambar Tampak Atas (gambar 2.5 (b)), pada garis tersebut hanya tampak tulangan horizontal dan vertikal bersilangan, sehingga sulit dipahami tulangan mana yang seharusnya dipasang di atas atau menempel di bawahnya. Untuk mengatasi kesulitan ini, perlu aturan penggambaran dan simbol-simbol sebagai berikut :

1. Aturan dalam penggambaran, yaitu harus dapat dilihat/dibaca dari bawah dan/atau sebelah kanan diputar kebawah.
2. Tulangan yang dipasang diatas diberi tanda berupa segitiga dengan bagian lancip di bawah, disebut : symbol mendukung. (  )

3. Tulangan yang dipasang diatas diberi tanda berupa segitiga dengan bagian lancip di atas, disebut : symbol menginjak. ()
4. Pada gambar 2.5 (a) tampak depan, baik tulangan pokok maupun tulangan bagi semuanya dipasang di atas. Tulangan pokok terletak paling atas (pada urutan ke-1 dari atas), dan tulangan bagi menempel dibawahnya (urutan ke-2 dari atas).
5. Jadi pada gambar 2.5 (a) tampak atas, tulangan pokok jika dilihat dari atas tampak sebagai garis horizontal (dilihat dari bawah), dan diberi symbol dengan: mendukung berjumlah 1. Untuk tulangan bagi jika dilihat dari atas tampak sebagai garis vertical (dilihat dari kanan), dan diberi symbol dengan mendukung berjumlah 2 buah. ()
6. Dengan memperhatikan dan mencermati item 1 sampai dengan item 5 diatas, maka dapat dipahami bahwa gambar 2.5 (b) tampak atas, dan tulangan bagi didaerah tumpuan diberi tanda 2 buah segitiga dengan lancip sebelah kanan, karena tulangnya dipasang diatas dan pada urutan ke-2 dari atas, sedangkan tulangan bagi didaerah lapangan diberi tanda 2 buah segitiga dengan bagian lancip sebelah kiri, karena tulangnya dibawah dan pada urutan ke-2.

### 2.6.8.2 Tulangan Pokok Dan Tulangan Bagi

Simbol gambar di atas sama dengan simbol pada Penulangan pelat 2 arah

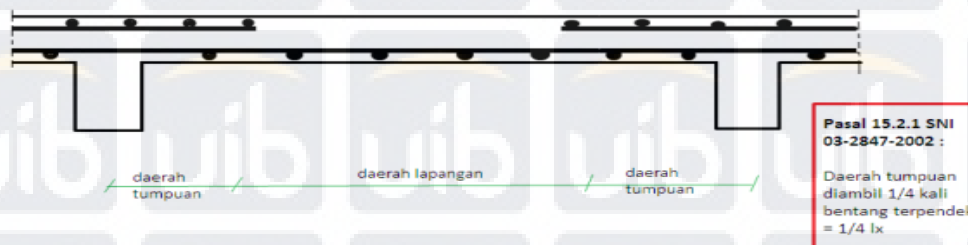
#### 1. Konstruksi Pelat 2 Arah.

Pelat dengan tulangan pokok 2 arah ini akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang 2 arah. Contoh pelat 2 arah adalah pelat yang ditumpu oleh 4 sisi yang saling sejajar.

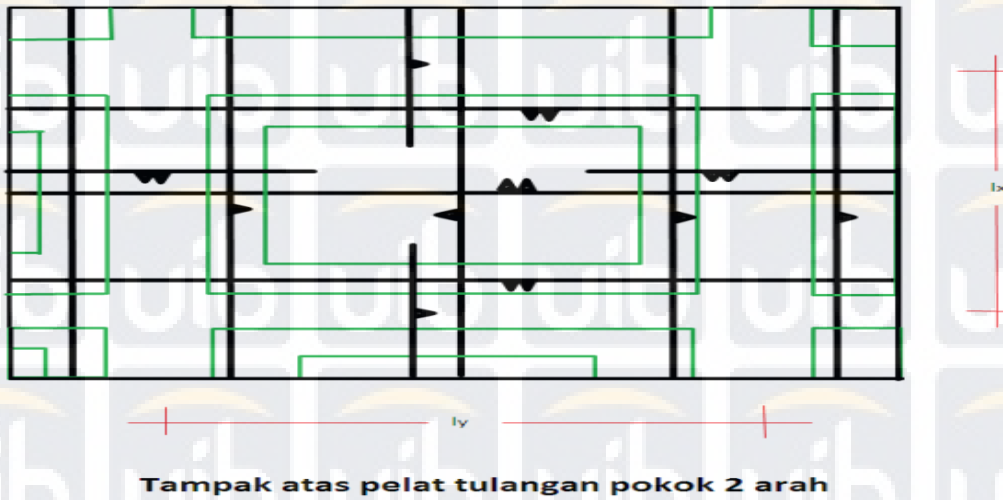
Karena momen lentur bekerja pada 2 arah, yaitu searah dengan bentang ( $l_x$ ) dan bentang ( $l_y$ ), maka tulangan pokok juga dipasang pada 2 arah yang saling tegak lurus (bersilangan), sehingga tidak perlu tulangan lagi. Tetapi pada pelat di daerah tumpuan hanya bekerja momen lentur 1 arah saja, sehingga untuk daerah tumpuan ini tetap dipasang tulangan pokok dan bagi, seperti terlihat pada gambar dibawah. Bentang ( $l_y$ ) selalu dipilih  $>$  atau  $=$  ( $l_x$ ), tetapi momennya  $M_l_y$  selalu  $<$  atau  $= M_l_x$ , sehingga tulangan arah ( $l_x$ ) (momen yang besar) dipasang di dekat tepi luar (urutan ke-1)

## 2. Membaca Gambar Penulangan

Untuk pelat 2 arah, bahwa di daerah lapangan hanya ada tulangan pokok saja (baik arah  $l_x$  maupun arah  $l_y$ ) yang saling bersilangan, di daerah tumpuan ada gambar penulangan 1 arah.



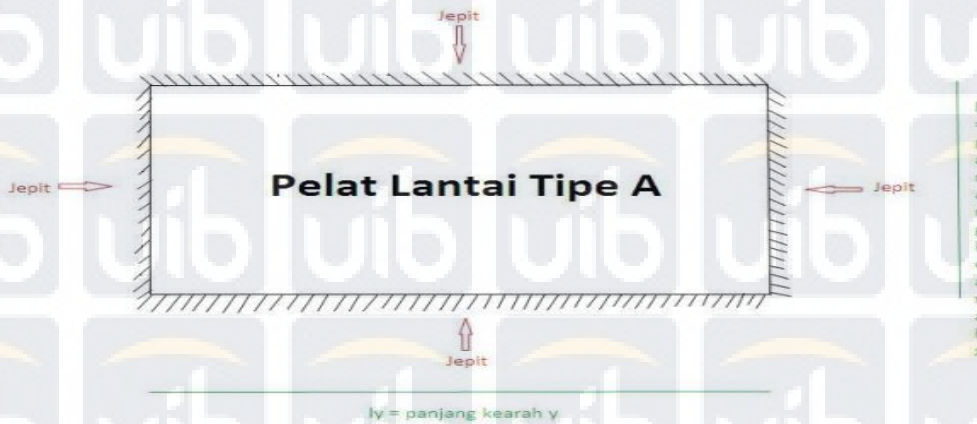
**Tampak depan pelat tulangan pokok 2 arah**



Gambar 2.6 Pelat Dengan Tulangan Pokok 2 Arah

Sumber : Asroni,A. Buku Balok Dan Pelat Beton Bertulang,2010.

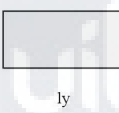
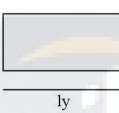
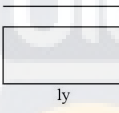

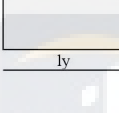
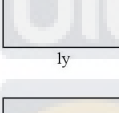
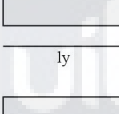
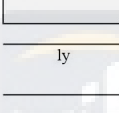
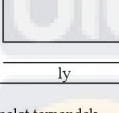
### 2.6.8.3 Perencanaan Tulangan Pelat



Gambar 2.7 Pelat lantai tipe A

Sumber : Asroni,A. Buku Balok Dan Pelat Beton Bertulang,2010

Pelat tipe ini adalah pelat lantai yang terjepit pada ke-empat sisinya, dengan sisi panjang nya ( $l_y$ ) = 4 meter, dan panjang sisi lebar nya ( $l_x$ ) = 2,5 meter, sehingga  $l_y/l_x = 1,6$  Nilai  $l_y/l_x$  (K) ini dicari untuk mendapatkan momen.

TYPE	$l_y/l_x$		1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	>2.5	
I	lx		(Mlx) = 0.001 qlx2. X (Mly) = 0.001 qlx2. X	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	10	103	106	108	110	112	125
				44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	0	36	35	34	34	32	32
II	lx		(Mlx) = - (Mtx) = 0.001 qlx2. X (Mly) = 0.001 qlx2. X (Mty) = 0.001 qlx2. X	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63
				36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	35	34	34	34	34	34
III	lx		(Mlx) = - (Mtx) = 0.001 qlx2. X (Mly) = 0.001 qlx2. X (Mty) = 0.001 qlx2. X	48	55	61	67	71	76	79	82	84	86	88	89	90	91	92	92	94
				48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49	49	49	48	48	47	47
IVA	lx		(Mlx) = 0.001 qlx2. X (Mly) = 0.001 qlx2. X (Mty) = 0.001 qlx2. X	22	28	34	41	48	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
				51	57	62	67	70	73	75	77	78	79	79	79	79	79	79	79	79
IVB	lx		(Mlx) = - (Mtx) = 0.001 qlx2. X (Mly) = 0.001 qlx2. X	51	54	57	59	60	61	62	62	63	63	63	63	63	63	63	63	63
				22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	9
VA	lx		(Mlx) = 0.001 qlx2. X (Mly) = 0.001 qlx2. X (Mty) = 0.001 qlx2. X	31	38	45	53	59	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
				60	65	69	73	75	77	78	79	79	80	80	80	80	79	79	79	79
VB	lx		(Mlx) = - (Mtx) = 0.001 qlx2. X (Mly) = 0.001 qlx2. X	60	66	71	76	79	82	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93	93
				31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	15
VIA	lx		(Mlx) = - (Mtx) = 0.001 qlx2. X (Mly) = 0.001 qlx2. X (Mty) = 0.001 qlx2. X	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85	86	87	88	89	90	54
				43	46	48	50	51	51	51	51	50	50	49	49	49	49	48	48	48
VIB	lx		(Mlx) = - (Mtx) = 0.001 qlx2. X (Mly) = 0.001 qlx2. X (Mty) = 0.001 qlx2. X	13	48	51	55	57	58	60	61	62	62	62	63	63	63	63	63	63
				38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	33	33	33	33	33

Keterangan:

lx = Sisi pelat terpendek (ly > lx) = Terletak bebas

ly = Sisi pelat terpanjang = Menerus atau terjepit elastis

Gambar 2.8 Momen di dalam pelat persegi yang menumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata

Sumber : Tabel Marcus pada PBI 1971 strukutr beton 1,2010

## 2.6.9 Material

Penggunaan material pada desain gedung atau rumah tinggal yang digunakan adalah beton bertulang. Mutu dan material yang digunakan ditentukan berdasarkan hasil pengujian masing-masing material dengan kriteria pengujian yang sesuai dengan pengujian di laboratorium. Adapun kriteria dan mutu material yang digunakan adalah sebagai berikut :

#### **2.6.9.1 Beton Struktural**

Mutu beton dalam perencanaan pembangunan tersebut adalah K-300 (30 Mpa) dan melebihi persyaratan minimum untuk perencanaan bangunan tahan gempa sesuai standar SNI BETON 03-2847-2002 Dimana untuk beton struktural,  $f_c'$  tidak boleh kurang dari 17 MPa. Sedangkan Nilai maksimum  $f_c'$  tidak dibatasi kecuali bilamana dibatasi oleh ketentuan standar tertentu. Standar ini melengkapi peraturan bangunan gedung secara umum dan harus mengatur dalam semua hal yang berkaitan dengan desain, konstruksi beton struktural, kecuali bilamana standar ini bertentangan dengan persyaratan secara umum yang diadopsi secara ilegal dan tidak sesuai dengan standar-standar SNI Beton 03-2847-2002.

#### **2.6.9.2 Baja Tulangan**

Dalam perencanaannya pembangunan gedung ini sesuai dengan standar perencanaan spesifikasi untuk struktural baja gedung yang mengacu kepada SNI 03-1729-2002.

Baja yang digunakan untuk tulangan-tulangan beton dalam perencanaan gedung tahan gempa menggunakan ulir (*deformed*) diameter 13 mm dan 16 mm



(untuk balok anak, balok induk, dan kolom), baja polos diameter 8 mm (untuk sengkang atau ring balok), diameter 10 untuk pelat, serta baja polos diameter 12 mm (untuk kolom praktis, pelat tangga).

### **2.6.10 Analisa Pembebanan**

Pada desain gedung ini menurut peraturan perencanaan pembebanan tahun 1983 untuk rumah dan gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap pembebanan yang di akibatkan oleh Beban Hidup (L), Beban Mati (M), Beban Angin (W), Beban Gempa (E), dan Beban Khusus (K).

Secara garis besar SNI 1727-2002 dengan pedoman peraturan perencanaan pembebanan indonesia tahun 1983 memiliki isi dan maksud yang sama, yaitu memperhitungkan kekuatan bangunan dengan pembebanan yang akan dianalisa, hanya pada SNI 1727-2013 lebih spesifik dan detail, tapi pada umumnya pembebanan-pembebanan yang di analisa adalah sebagai berikut:

#### **2.6.10.1 Beban Mati (D)**

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu.

Untuk merencanakan gedung atau rumah tinggal ini, beban mati yang terdiri dari berat itu sendiri bangunan dan komponen gedung adalah (PPIUB1987):

- a. Baja : 7.850 kg/m<sup>3</sup> .
- b. Batu Alam : 2.600 kg/m<sup>3</sup>
- c. Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk) : 1.500 kg/m<sup>3</sup> .

d.	Batu karang (berat tumpuk)	: 700 kg/m <sup>3</sup> .
e.	Batu pecah	: 1.450 kg/m <sup>3</sup> .
f.	Besi tuang	: 7.250 kg/m <sup>3</sup>
g.	Beton ( <sup>1</sup> )	: 2.200 kg/m <sup>3</sup>
h.	Beton bertulang ( <sup>2</sup> )	: 2.400 kg/m <sup>3</sup>
i.	Kayu (Kelas I) ( <sup>3</sup> )	: 1.000 kg/m <sup>3</sup>
j.	Kerikil, koral (kering udara sampai lembap, tanpa diayak)	: 1.650 kg/m <sup>3</sup>
k.	Pasangan bata merah	: 1.700 kg/m <sup>3</sup>
l.	Pasangan batu belah, batu belat, batu gunung	: 2.200 kg/m <sup>3</sup>
m.	Pasangan batu cetak	: 2.200 kg/m <sup>3</sup>
n.	Pasangan batu karang	: 1.450 kg/m <sup>3</sup>
o.	Pasir (kering udara sampai lembap)	: 1.600 kg/m <sup>3</sup>
p.	Pasir (jenuh air)	: 1.800 kg/m <sup>3</sup>
q.	Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembap)	: 1.850 kg/m <sup>3</sup>
r.	Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembap)	: 1.700 kg/m <sup>3</sup>
s.	Tanah, lempung dan lanau (basah)	: 2.000 kg/m <sup>3</sup>
t.	Tanah hitam	: 11.400 kg/m <sup>3</sup>

#### 2.6.10.2 **Beban Hidup (L)**

Beban hidup adalah semua bahan yang terjadi akibat penghuni atau pengguna suatu gedung, termasuk beban-beban lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian

yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan lantai dan atap tersebut. Khususnya pada atap, beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan (PPIUG 1983), berikut :

- a Lantai dan tangga rumah tinggal : 200 kg/m<sup>2</sup>
- b Lantai dan tangga rumah sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel. : 125 kg/m<sup>2</sup>
- c Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit. : 250 kg/m<sup>2</sup>
- d Lantai ruang olah raga. : 400 kg/m<sup>2</sup>
- e Lantai ruang dansa. : 500 kg/m<sup>2</sup>
- f Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton. : 400 kg/m<sup>2</sup>
- g Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri. : 500 kg/m<sup>2</sup>
- h Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c : 300 kg/m<sup>2</sup>
- i Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g. : 500 kg/m<sup>2</sup>
- j Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g. : 250 kg/m<sup>2</sup>
- k Lantai untuk: pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, took buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan

- terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum
- 1 Lantai gedung parkir bertingkat:
    - untuk lantai bawah : 800 kg/m<sup>2</sup>
    - untuk lantai tingkat lainnya : 400 kg/m<sup>2</sup>
  - m Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum : 300 kg/m<sup>2</sup>

### 2.6.10.3 Beban angin (W)

Beban Angin adalah semua baban yang bekerja pada gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara ( PPUg 1983).

Beban Angin di tentukan dengan mengangap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (hisapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau.

Besarnya tekanan tiup dengan koefisien-koefisien angin. Tekan tiup harus diambil minimum 25 kg/m<sup>2</sup>, kecuali untuk daerah di laut dan tepi laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai. Pada daerah tersebut tekanan hisap diambil minimum 40 kg/m<sup>2</sup>.

Sedangkan koefisien angin untuk gedung tertutup: Dinding Vertikal

a. Di pihak angin = + 0,9

b. Di belakang angin = - 0,4

1. Atap segitiga dengan sudut kemiringan  $\alpha$

a. Di pihak angin :

$$\alpha < 65^\circ = 0,0 \alpha - 0,4$$

$$65^\circ < \alpha < 90^\circ = + 0,9$$

b. Di belakang angin , untuk semua  $\alpha = -0,4$

#### 2.6.10.4 Beban Gempa (E)

Beban gempa adalah semua beban statik ekivalen yang bekerja pada gedung atau bagian dari gedung yang merupakan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut :

Beban geser dasar gempa untuk analisis beban statik ekivalen, dengan rumus

$$V = C \times I \times K \times W_t \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

V = beban gempa horizontal

C = koefisien gempa

I = faktor keutamaan

K = faktor jenis struktur

Wt = berat total bangunan

Waktu getar alami struktur T dalam detik untuk portal beton adalah:

$$T = 0.06 H^{3/4}$$

Dimana :

T = waktu getar □ H = tinggi bangunan

Beban geser dasar gempa (V) yang dibagikan sepanjang tinggi gedung menjadi beban-beban horizontal terpusat yang bekerja pada stiap lantai dengan rumus :

$$W_i \times h_i$$

$$F_i = \frac{W_i \times V}{h_i} \quad (2.7)$$

Dimana :

$F_i$  = beban gempa horizontal pada lantai  $i$

$W_i$  = berat lantai  $i$

$h_i$  = tinggi lantai  $i$

$V$  = beban geser dasar akibat beban gempa

#### 2.6.10.5 Beban Khusus (K)

Beban khusus ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.