

BAB II TUNJAUAN PUSTAKA

2.2 Pelat Lantai

Pelat beton bertulang yaitu struktur tipis yang terbuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada struktur tersebut. (*Joni Irawan, 2016*)

Pelat lantai merupakan bagian dari komponen struktur konstruksi bangunan yang terletak tidak langsung di atas tanah, sebagai pembatas antara tingkat atas dengan tingkat bawah. Pada umumnya pelat lantai adalah bentuk struktur tipis yang membentang pada arah horizontal dan terbuat dari kayu atau beton bertulang. Ketebalan pelat relatif lebih kecil dibanding lebar bidang atau panjang bentangnya. Pelat lantai memiliki posisi yang ditumpu balok-balok dan kolom-kolom pada struktur bangunan. Pada bangunan sipil, penggunaan pelat lantai umumnya dapat berupa atap gedung, sebagai lantai bangunan, lantai untuk jembatan, serta lantai pada dermaga.

Pembangunan pelat lantai dibuat dengan kaku agar berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku arah horizontal, sehingga dapat mendukung ketegaran balok portal pada struktur bangunan. Pelat lantai adalah bagian dari struktur yang paling pertama menerima beban dan meneruskan beban pada penopangnya. Pelat lantai menerima beban yang bekerja searah tegak lurus dengan bidang strukturnya. Hasil dari perhitungan percepatan gravitasi diperoleh beban yang bekerja pada pelat yang dikelompokkan menjadi beban mati dan beban hidup, kemudian beban yang timbul diakibatkan dari momen lentur pada

struktur pelat. Ketebalan pada pelat lantai diperhitungkan berdasarkan jumlah beban yang harus didukung, ukuran bentang pada pelat, jarak kerapatan antara balok-balok penopang, besar lendutan yang diperbolehkan, dan bahan bangunan digunakan untuk memuat pelat lantai.

Apabila pelat lantai dibedakan berdasarkan kemampuannya untuk menyalurkan gaya, maka pelat dibedakan menjadi pelat 1 arah dan pelat 2 arah.

Pelat lantai satu arah merupakan pelat yang ditopang oleh kedua pendukung pada tepi bagian dimana munculnya lenturan pada arah tegak lurus sisi tepi penopang.

Pelat dua arah merupakan pelat berpenopang pada ke empat sisinya yang memiliki dua balok induk yang berhadapan pada salah satu arah serta dua balok anak yang berhadapan pada arah lainnya.

2.2.1 Fungsi Pelat Lantai

Pelat lantai memiliki fungsi antara lain adalah:

1. Sebagai tempat berpijak.
2. Sebagai lantai tingkat pembatas antara lantai bawah dengan lantai atas.
3. Sebagai peredam suara antara ruang atas dan ruang bawah.
4. Sebagai penempatan kabel listrik pada sisi bawah.
5. Agar meningkatkan kekakuan struktur pada bidang arah horizontal.

2.2.2 Jenis-Jenis Pelat Lantai

Dalam dunia konstruksi umumnya dikenal beberapa jenis pelat lantai berdasarkan materialnya. Diantaranya adalah konstruksi pelat lantai yang terbuat dari beton, dari material kayu, dari baja dan campuran yumen (kayu semen).

2.2.2.1 Pelat Lantai Beton

Tulangan beton adalah gabungan beton serta baja. Fungsi tulangan yaitu menahan kuat tarik yang tidak dimiliki oleh beton tersebut.

(Agung Wahyu Nugroho, 2014)

Hasil yang didapat bahwa pelat lantai beton merupakan pelat lantai yang tersusun atas tulangan yang dicor. Umumnya pengecoran pada pelat lantai beton digunakan di tempat, bersamaan dengan balok yang berfungsi sebagai tumpuannya agar saling terhubung dengan kuat dan menjadi satu kesatuan. Pemasangan tulangan baja di pelat lantai beton dipasang di kedua arah, tulangan silang, untuk menahan momen tarik dan lenturan. Perencanaan dan perhitungan pelat lantai beton bertulang telah disusun dan diatur dalam buku *SNI beton 1991* yang mencakup beberapa hal, diantaranya adalah:

1. Pelat lantai harus mempunyai, tebal paling kecil yaitu sebesar 12 cm, dibandingkan dengan minimal tebal plat atap 171 cm.
2. Pelat lantai harus diberi tulangan silang dari baja lunak ataupun baja sedang yang diameternya paling kecil adalah 8 mm.
3. Jika pelat lantai yang akan dibangun lebih tebal dari 25 cm harus dipasang tulangan rangkap bagian atas dan bawah.
4. Jarak tulangan pokok yang sejajar tidak boleh kurang dari 2,5 cm dan tidak boleh lebih dari 20 cm atau dua kali tebal pelat, dipilih jarak yang terkecil.
5. Semua tulangan pelat harus terbungkus oleh lapisan beton setebal minimal 1 cm, agar baja terlindung dari korosi maupun kebakaran.
6. Bahan beton yang digunakan untuk pelat harus dibuat dari campuran 1 pcs: 2 pcs : 3 srf ditambah air, dan untuk lapis kedap air menggunakan campuran dari bahan 1 pc : 1,5 srf: 2,5 krm dan ditambah air secukupnya.

Penggunaan pelat lantai beton memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah:

1. Mampu mendukung beban yang cukup besar.

2. Merupakan bahan kedap suara yang baik.
3. Tidak mudah terbakar dan merupakan bahan kedap air, sehingga baik digunakan sebagai lantai dapur dan wc.
4. Dapat dipasang tegel untuk menambah nilai estetika pada lantai.
5. Merupakan bahan yang kuat, awet dan tidak memerlukan perawatan khusus.

2.2.2.2 Pelat Lantai Kayu

Pelat lantai kayu dibuat dari rangkaian papan kayu yang disatukan menjadi kesatuan sesuai kebutuhan, agar dapat membentuk bidang yang kuat dan luas. Pada umumnya pelat lantai kayu memiliki ukuran yang telah ditentukan sesuai yang ukuran dipasaran, sebagai berikut:

1. Lebar papan : 20 – 3 cm
2. Tebal papan : 2 – 3 cm

Ukuran balok-balok pendukungnya adalah:

1. Jarak balok : 60 – 80 cm
2. Ukuran : 8/12, 8/14, 10/14
3. Bentangan : 3 – 3,5 m

Balok-balok kayu tersebut dapat ditopang oleh balok beton atau diletakkan di atas pasangan bata 1 batu. Berat jenis dari bahan kayu yang akan digunakan harus bernilai antara 0.6 – 0.8 t/m³ atau dapat diganti dengan alternatif balok kayu kelas II.

Keuntungan dari penggunaan pelat lantai kayu diantaranya ialah:

1. Lebih mudah dalam pengerjaannya sehingga dapat mengenfisiensi waktu kerja.
2. Dapat menghemat ukuran pondasi karena ukuran kayu yang relatif ringan.
3. Memberikan nuansa alami pada ruangan.
4. Dapat membuat ruangan menjadi lebih hangat.

5. Terdapat beragam motif yang dapat disesuaikan dengan desain interior.

2.2.2.3 Pelat Lantai Baja

Pada umumnya pangaplikasian pelat lantai baja sebagai konstruksi gedung semi permanen. Diantaranya adalah *town house*, bengkel, gudang dan yang lainnya. Penggunaan pelat lantai baja pada bangunan yang sebagian besar material penyusun strukturnya adalah baja.

2.2.2.4 Pelat Lantai Yumen

Seperti pada namanya, pelat lantai yumen merupakan pelat lantai yang terdiri dari material kayu dan semen. Pelat lantai yumen terbuat dari potongan kayu yang tidak ditentukan jenisnya dengan ukuran kecil dan kemudian dicampur semen, ukurannya adalah 90 cm x 80 cm. Penggunaan pelat lantai yumen sendiri masih terbilang langka karena merupakan material baru dan belum cukup awam untuk digunakan. Material yumen di buat oleh sebuah perusahaan di Gresik yang memproduksi semen.

2.2.3 Pengujian Pembebanan Menurut SNI T-15-1991-03

Pengujian lendutan pelat lantai diuji dengan menggunakan pembebanan yang diatur sesuai kutipan “Tata Cara Penghitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung” SNI T-15-1991-03 Pasal 31 Ayat 13 Butir 4.

2.3 Pembebanan Pelat Lantai

Pembebanan telah diatur dalam buku “Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, 1987” dan dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah:

1. Beban mati adalah segala sesuatu yang merupakan bagian dari bangunan dan bersifat tetap.
2. Beban hidup adalah seluruh beban yang bekerja karena penggunaan bangunan.
3. Beban angin merupakan beban yang timbul akibat adanya selisih tekanan udara.
4. Beban gempa merupakan beban yang muncul dari dalam struktur bangunan itu sendiri dan terjadi akibat pergeseran lempeng bumi atau gempa.

Elemen-elemen pembebanan pada pelat lantai adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Pembebanan Pelat Lantai, sumber: PPIUG, 1987

Pembebanan pada Pelat Lantai	Elemen Pelat Lantai
Beban hidup (untuk rumah tinggal)	200 kg/m ²
Beban hidup (untuk pabrik, ruang alat, dll)	400 kg/m ²
Penutup lantai dari ubin semen portland	24 kg/m ²
Berat dinding pasangan bata tebal ½ batu	250 kg/m ²
Berat plafon + penggantung	20 kg/m ²
Berat tegel + perekat	120 kg/m ²
Berat jenis beton	2.400 kg/m ³

2.4 Tumpuan Pelat

Dalam melakukan perencanaan pelat beton betulang diperlukan pertimbangan dan perhitungan yang baik pada pembebanan, perletakkan dan jenis penghubung pada tumpuan pelat. Besar momen lentur yang terjadi pada struktur pelat lantai ditentukan oleh hubungan kekakuan antara konstruksi pelat dengan konstruksi tumpuannya.

Pada umumnya tumpuan pelat lantai dikenal dalam beberapa jenis

- a. Pelat ditumpu balok (monolit), yaitu penyusunan balok-balok secara monolit yang berguna untuk menumpu pelat lantai, yang berarti

pengecoran pelat dan balok dilakukan bersamaan sehingga menjadi satu-kesatuan.

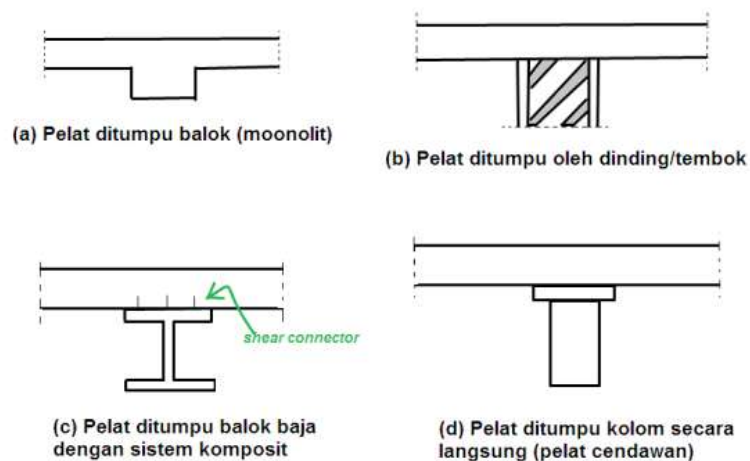
b. Pelat ditumpu oleh dinding atau tembok, yaitu penumpuan pelat lantai

yang dilakukan secara langsung pada susunan tembok-tembok gedung.

c. Pelat ditumpu oleh balok baja dengan cara komposit, yaitu balok yang terbuat dari baja disusun dengan sistem komposit untuk menjadi penopang

pelat.

d. Pelat ditumpu kolom, yaitu keberadaan kolom sebagai penopang langsung pelat lantai tanpa adanya struktur balok, keadaan ini diketahui sebagai pelat cendawan.



Gambar 2.1 Tumpuan Pelat, sumber: *Joni Irawan, Ilhami, M.Noor, 2016*

2.5 Jenis Perletakan Pelat Pada Balok

Struktur pelat lantai memiliki hubungan kekakuan dengan balok sebagai tumpuannya sehingga disusun menjadi satu-kesatuan dalam perencanaan struktur pelat. Perletakan pelat pada balok dibagi menjadi 3 jenis, diantaranya adalah:

1. Terletak Beban

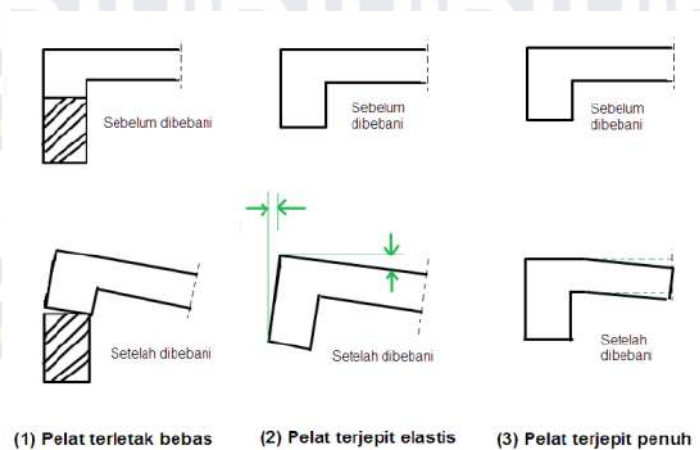
Hal ini merupakan keadaan dimana pelat lantai diletakkan langsung di atas balok atau ketika pelat lantai tidak dicor bersamaan dengan balok, sehingga kemungkinan pelat untuk berotasi bebas pada tumpuannya dapat terjadi.

2. Terjepit Elastis

Ketika pelat lantai dicor secara monolit bersamaan dengan balok namun volume balok relatif kecil, sehingga kondisi balok kurang mampu untuk mengurangi timbulnya momen pada struktur pelat, maka keadaan ini dapat terjadi pada konstruksi pelat lantai.

3. Terjepit Penuh

Keadaan ini terjadi ketika pelat lantai dicor dalam satu waktu dengan balok yang disusun dengan sistem komposit, dan volume balok telah memenuhi perhitungan untuk mencegah terjadinya rotasi pada pelat lantai.



Gambar 2.2 Jenis Perletakan Pelat, sumber: *Asroni, A. 2010*

2.6 Sistem Penulangan Pelat

Sistem penulangan pelat dibagi menjadi dua bagian, diantaranya adalah:

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

2.6.1 Penulangan Satu Arah

Konstruksi pelat lantai dengan tulangan pokok satu arah disebut dengan pelat lantai 1 arah, pada umumnya pelat lantai ini digunakan apabila penggunaan pelat lebih dominan untuk menahan beban yang merupakan momen lentur pada bentang satu arah. Contohnya adalah pelat lantai yang ditumpu pada 2 tumpuan dan pelat kantilever (*luifel*).

Akibat momen lentur yang bekerja pada 1 arah yaitu searah bentang pelat lantai, dengan begitu tulangan pokok juga dipasang dengan arah searah bentangnya. Untuk mencegah terjadinya perubahan kedudukan tulangan pokok dari tempat semula yang kemungkinan akan timbul pada saat pengecoran beton, maka pada arah tegak lurus tulangan pokok dipasang tulangan tambahan. Tulangan yang dipasang tersebut dikenal sebagai tulangan bagi.

Tulangan pokok selalu dipasang bersilangan tegak lurus dengan tulangan bagi dengan posisi tulangan pokok berada di tepi luar beton bersamaan dengan tulangan bagi yang dipasang pada bagian dalamnya dan ditempel pada tulangan balok. Kemudian kedua tulangan diikat pada kedudukan persilangan dengan menggunakan kawat bendraat. Kegunaan tulangan bagi adalah untuk memperkuat kedudukan tulangan pokok dan sebagai tulangan penahan retak beton yang pada umumnya terjadi akibat susut dan perbedaan suhu beton.

2.6.2 Pelat Lantai Dua Arah

Pelat lantai dua arah merupakan pelat lantai yang dibangun dengan tulangan pokok pada dua arah untuk menahan momen lentur yang terjadi. Apabila perbandingan panjang bentang pada dua sisi pelat memenuhi syarat maka sistem

pelat dua arah bisa terjadi pada pelat tunggal dan juga pelat menerus. Syarat dari penggunaan pelat dua arah adalah apabila hasil dari perbandingan panjang bentang dengan lebar bentang lebih dari sama dengan 2.

Beban pelat lantai disalurkan ke empat sisi pelat atau balok pendukung, karena itu tulangan pokok diperlukan pada kedua arah sisi pelat. Akibat momen lentur yang bekerja adalah dua arah, yaitu arah bentang l_x dan bentang l_y , dengan begitu diperlukan tulangan pokok pelat yang dipasang pada arah tegak lurus (bersilangan), sehingga tidak diperlukan tulangan bagi. Namun karena momen lentur yang bekerja pada daerah tumpuan hanya satu arah saja, maka pada daerah tumpuan tetap dipasang tulangan pokok dan tulangan bagi. Permukaan lendutan pelat memiliki kelengkungan ganda. Pada pelat dua arah, di daerah lapangan hanya diperlukan tulangan pokok yang saling bersilangan, sedangkan pada daerah tumpuan terdapat tulangan pokok dan tulangan bagi.

2.7 Analisa Pembebanan

Berdasarkan Peraturan Perencanaan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung tahun 1987, perencanaan kekuatan bangunan harus sesuai untuk menahan beban yang ditimbulkan oleh Beban Hidup (L), Beban Mati (M), Beban Angin (W), Beban Gempa (E) dan Beban Khusus (K).

Pada buku SNI 1727-2002 secara umum memiliki isi dan maksud yang sama dengan pedoman Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung tahun 1987, yang merupakan perhitungan mengenai daya dukung pembebanan untuk bangunan yang akan dianalisis. Pada SNI 1727-2013 dijabarkan secara rinci mengenai peraturan pembebanan yang secara garis besar, diantaranya adalah:

2.7.1 Beban Mati

Beban mati merupakan berat sendiri bangunan dan seluruh benda-benda yang menetap pada gedung tersebut, termasuk peralatan, mesin-mesin serta komponen tambahan lainnya yang tidak bersifat sementara terhadap gedung. Dalam perencanaan gedung ataupun rumah tinggal, ketentuan berat sendiri bangunan dan unsur tambahan lain yang merupakan bagian dari beban mati adalah sebagai berikut:

1. Bahan bangunan:

Tabel 2.2 Tabel Beban Mati Bahan Bangunan, sumber: *PPIUG 1987*

Material	Berat
Baja	7850 kg/m ³
Batu alam	2600 kg/m ³
Batu belah, batu bulat, batu gunung	1500 kg/m ³
Batu karang	700 kg/m ³
Batu pecah	1450 kg/m ³
Besi tuang	7250 kg/m ³
Beton	2200 kg/m ³
Beton bertulang	2400 kg/m ³
Kayu	1000 kg/m ³
Kerikil, koral	1650 kg/m ³
Pasangan bata merah	1700 kg/m ³
Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2200 kg/m ³
Pasangan batu cetak	2200 kg/m ³
Pasangan batu karang	1450 kg/m ³
Pasir	1600 kg/m ³
Pasir	1800 kg/m ³
Pasir kerikil, koral	1850 kg/m ³
Tanah, lempung dan lanau	1700 kg/m ³
Tanah, lempung dan lanau	2000 kg/m ³
Timah hitam / timbel)	11400 kg/m ³

2. Komponen Rumah Tinggal:

Tabel 2.3 Beban Mati Komponen Rumah Tinggal, sumber: *PPIUG 1987*

Material	Berat
Adukan, per cm tebal : - dari semen	21 kg/m ²
- dari kapur, semen merah/tras	17 kg/m ²
Aspal, per cm tebal :	14 kg/m ²
Dinding pasangan bata merah : - satu batu	450 kg/m ²
- setengah batu	250 kg/m ²
Dinding pasangan batako :	
- berlubang :	
tebal dinding 20 cm (HB 20)	200 kg/m ²
tebal dinding 10 cm (HB 10)	120 kg/m ²
- tanpa lubang :	
tebal dinding 15 cm	300 kg/m ²
tebal dinding 10 cm	200 kg/m ²
Langit-langit & dinding, terdiri :	
- semen asbes (eternit), tebal maks. 4 mm	11 kg/m ²
- kaca, tebal 3-5 mm	10 kg/m ²
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu	40 kg/m ²
Penggantung langit-langit (kayu)	7 kg/m ²
Penutup atap genteng	50 kg/m ²
Penutup atap sirap	40 kg/m ²
Penutup atap seng gelombang (BJLS-25)	10 kg/m ²
Penutup lantai ubin, /cm tebal	24 kg/m ²
Semen asbes gelombang (5 mm)	11 kg/m ²

2.7.2 Beban Hidup

Beban hidup merupakan seluruh beban yang muncul akibat penghuni atau penggunaan suatu bangunan, termasuk beban-beban lantai yang berasal dari segala benda yang berpindah atau tidak menetap, mesin-mesin dan peralatan yang merupakan bagian tak terpisahkan dari bangunan dan dapat diganti selama masa penggunaan bangunan, sehingga menimbulkan perubahan pembebanan lantai dan atap pada bangunan tersebut. Pada bagian atap suatu bangunan, yang dapat termasuk beban hidup adalah air hujan (*PPIUG 1987*).

Tabel 2.4 Beban Hidup pada Lantai Gedung, sumber: *PPIUG 1987*

Penggunaan	Berat
Lantai dan tangga rumah tinggal	200 kg/m ²
- Lantai & tangga rumah tinggal sederhana - Gudang-gudang selain untuk toko, pabrik, bengkel	125 kg/m ²
- Sekolah, ruang kuliah - Kantor - Toko, toserba - Restoran - Hotel, asrama - Rumah Sakit	250 kg/m ²
Ruang olahraga	400 kg/m ²
Ruang dansa	500 kg/m ²
Lantai dan balkon dalam dari ruang pertemuan	400 kg/m ²
Panggung penonton	500 kg/m ²
Tangga, bordes tangga dan gang	300 kg/m ²
Tangga, bordes tangga dan gang	500 kg/m ²
Ruang pelengkap	250 kg/m ²
- Pabrik, bengkel, gudang - Perpustakaan, r.arsip, toko buku - Ruang alat dan mesin	400 kg/m ²
Gedung parkir bertingkat : - Lantai bawah	800 kg/m ²
- Lantai tingkat lainnya	400 kg/m ²
Balkon menjorok bebas keluar	300 kg/m ²

2.7.3 Beban Angin

Beban angin merupakan semua beban yang bekerja pada gedung yang disebabkan oleh selisih tekanan udara (*PPIUG, 1987*). Beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan negatif (hisapan) dan tekanan positif, yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Tekan tiup yang

diambil dengan besar minimum 25 kg/m². Sedang pada daerah tepi laut sampai sejauh 5 km dari garis pantai, tekanan hisap yang diambil minimum 40 kg/m².

Koefisien angin pada bangunan gedung tertutup (*PPIUG 1987*):

1. Dinding vertikal
 - a. Di pihak angin = + 0,9
 - b. Di belakang angin = - 0,4
 - c. Sejajar arah angin = - 0,4
2. Atap segitiga dengan sudut kemiringan α
 - a. Di pihak angin $\alpha < 65^\circ$ = $0,02 \cdot \alpha - 0,4$
 - b. Di pihak angin ($65^\circ < \alpha < 90^\circ$) = + 0,9
 - c. Dibelakang angin (semua α) = - 0,4

2.7.4 Beban Gempa

Beban gempa merupakan semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada suatu bangunan atau bagian dari bangunan tersebut yang merupakan pengaruh dari pergerakan tanah akibat gempa. (*PPIUG, 1983*)

Analisis beban statik ekuivalen dari beban geser dasar akibat gempa ditentukan oleh (*Hasriyasti Saptowati, 2015*):

$$V = \frac{C \cdot I}{R} * W_t$$

Dengan:

V = Beban gempa horizontal

C = Koefisien

I = Koefisien keutamaan gedung

K = Faktor jenis struktur

W_t = Berat total gedung

Waktu geser alami struktur gedung pada portal beton adalah:

$$T = 0,06 H^{3/4}$$

Dengan:

T = Waktu getar

H = Tinggi gedung

Beban geser akibat gempa:

$$F_i = \frac{W_i \times h_i}{\sum W_i \times VV}$$

Dimana :

F_i = Beban gempa pada arah horizontal

W_i = Berat pelat

h_i = Tinggi pelat

V = Beban yang terjadi pada arah vertikal

2.7.5 Beban Khusus

Beban khusus merupakan semua beban yang bekerja pada bagian tertentu pada gedung atau keseluruhan gedung yang merupakan pengaruh dari proses pengangkatan atau pemanasan, perbedaan suhu, susut, keadaan turunnya posisi pondasi, gaya yang ditimbulkan oleh beban hidup, seperti gaya rem pada *shower*, gaya dinamis dan gaya sentrifugal yang berasal dari berbagai peralatan yang terdapat pada bangunan, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya. (PPIUG, 1983)

2.8 Metode Analisis Pelat Lantai

1. Metode Klasik

Pada umumnya penggunaan metode klasik ditentukan berdasarkan teori elastis, dimana dalam penggunaannya diperlukan analisis tingkat tinggi. Dasar metode ini terdapat pada fenomena pelat, yaitu lenturan pelat. Lenturan pelat lantai dibuat model matematis dengan menggunakan penyederhanaan.

2. Metode Garis Luluh

Metode ini merupakan penentuan kekuatan pelat dari satu bagian saja, misal ditinjau pada lentur. Sedang pengaruh-pengaruh lain berupa geser dan lendutan ditinjau terpisah.

3. Metode Jaringan Balok

Penggunaan metode ini berdasarkan pada metode kekakuan (mengubah struktur kinematis tak tentu menjadi struktur kinematis tertentu). Analisis struktur pelat lantai dilakukan dengan pendekatan jaringan balok silang, struktur pelat lantai dianggap tersusun dari jalur-jalur balok tipis dalam masing-masing arah dengan tinggi balok sama dengan pelat.

4. Metode Pendekatan PBI 71

Metode ini berdasarkan pendekatan momen dengan menggunakan koefisien-koefisien yang disederhanakan. Perhitungan dilakukan mengacu pada rumus momen yang sudah ada dan menghasilkan momen-momen. Besarnya momen-momen dari hasil perhitungan dipengaruhi oleh besar beban terbagi rata per meter panjang, panjang bentang arah x dan arah y dihitung mulai dari panel pelat. Hasil perhitungan momen diperoleh M_{Ix} (momen lapangan pada arah x), M_{tx} (momen tepi/tumpuan pada arah x), M_{Iy} (momen lapangan pada arah y), M_{ty} (momen tepi/tumpuan pada arah y). Perhitungan setiap momen harus sesuai dengan perletakan masing-masing sisi struktur pelat yang direncanakan.

5. Metode Pendekatan SNI-2847-2002

Metode ini merupakan perencanaan langsung (Direct Design Method). Hasil dari penggunaan metode ini adalah berupa pendekatan momen dengan menggunakan koefisien-koefisien yang disederhanakan.

2.9 Perencanaan Tulangan Pelat

Dalam melakukan perencanaan pelat lantai dengan material beton bertulang, terdapat beberapa ketentuan dan persyaratan yang perlu diperhatikan, diantaranya adalah:

1. Lebar pelat yang diambil 1 meter untuk perhitungan ($b = 1000 \text{ mm}$)
2. Ketentuan panjang bentang (λ) pada Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002 yaitu:
Apabila pelat tidak menyatu dalam struktur pendukung = h dan λ
3. Pelat yang menyatu dengan struktur pendukung:
Jika 3,0 m maka $\lambda = + 2 \times 50 \text{ mm}$ (PBI-1971)
4. Tebal minimum pelat (h) mengacu pada pasal 11.5 SNI 03-2847-2002:
Pada pelat satu arah (Pasal 11.5 SNI 03-2847-2002)
5. Tebal selimut beton minimal mengacu pada Pasal 9.7.1 SNI 03-2847-2002:
Untuk batang tulangan D 36 tebal selimut beton 20 mm dan pada batang tulangan D 36 tebal selimut beton 40 mm.
6. Jarak bersih antar tulangan s mengacu pada Pasal 9.6.1 SNI 03-2847-2002:
 D dan $s \geq 25 \text{ mm}$, dimana D adalah diameter tulangan, Pasal 5.3.2.3
7. Jarak minimum tulangan (as ke as)
Pada tulangan pokok, pelat satu arah: $s \leq 3.h$ dan $s \leq 450 \text{ mm}$ (Pasal 12.5.4).
Pada tulangan bagi, $s \leq 5.h$ dan $s \leq 450 \text{ mm}$ (Pasal 9.12.2.2).

2.10 Luas Tulangan Minimal Pelat

Tulangan pokok: 31,36 MPa, As.b.d dan 31,36 MPa, As.b.d (Pasal 12.5.1).

Pada tulangan bagi/tulangan dan suhu: Untuk 300 MPa, maka 0,0020.b.h sedangkan untuk 400 MPa, maka 0,0018.b.h (400/ Tetapi 0,0014.b.h

Pada penulangan pelat satu arah menggunakan tulangan pokok dan tulangan bagi (tulangan susut dan suhu). Langkah perhitungan penulangan pelat akan dijelaskan dalam bentuk skema yang dilengkapi dengan rumus-rumus sebagai dasar perencanaan agar mempermudah perhitungan. Skema hitungan terbagi menjadi 3, yaitu: perhitungan momen rencana pelat, perhitungan penulangan dan pembesaran dimensi.

2.11 Metode Analisa Perhitungan

Metode yang digunakan untuk keperluan analisa perhitungan pelat lantai adalah SNI-2847-2002.

A. Perencanaan Dimensi Tampang

Perencanaan komponen beton bertulang yang mengalami lentur bertujuan agar struktur memiliki kekuatan yang diperlukan untuk membatasi deformasi atau lendutan yang dapat mengurangi atau memperlemah kekuatan struktur pada beban kerja.

1. Tebal minimum pelat satu arah

Syarat ketebalan minimum pelat mengacu pada SNI 03-2847-2002 untuk menjamin kekuatan serta kemampuan kerja komponen struktur dan untuk menghindari terjadinya defleksi dan retak pada struktur pelat satu arah dihitung dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 2.5 Ketentuan minimum pelat satu arah apabila perhitungan lendutan diabaikan, sumber: *Aditya, 2017*

Tabel Minimum, h				
Komponen struktur	Data tumpuan sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar.			
Pelat masif satu arah	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Pelat rusuk satu arah	$l/16$ /	$l/18.5$ /	$l/21$ /	$l/8$ /

Catatan: Untuk f_y selain 400 Mpa, nilainya harus dikalikan dengan $(0,4+f_y/700)$, dengan:

l = Panjang bentang pelat satu arah, dengan ketentuan:

- Panjang bentang dari komponen struktur yang tidak menyatu dengan struktur pendukung ditambah dengan tinggi dari komponen struktur dihitung sebagai bentang bersih. Besar bentang tersebut tidak perlu melebihi jarak pusat ke pusat komponen struktur pendukung.

b. Panjang bentang harus diambil sebesar jarak pusat ke pusat komponen struktur pendukung dalam analisis untuk menentukan momen pada rangka atau struktur menerus.

2. Tebal minimum pelat dua arah dengan balok penumpu

Tebal minimum pada pelat dua arah dengan balok yang semua sisinya dihubungkan memiliki ketentuan, yaitu:

a. Untuk α_M lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0 ketebalan pelat minimum harus memenuhi:

$$h = \frac{\ln - y \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5 \beta (\alpha_M - 0,2)}$$

b. Untuk α_M yang lebih kecil dari 0,2 atau sama diterapkan ketentuan sesuai persyaratan yang berlaku pada pelat tanpa balok interior

c. Untuk α_M lebih besar dari 2,0 ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari:

$$h = \frac{\ln - y \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 0,4 \beta}$$

dengan:

$ln =$ panjang bentang bersih dengan arah memanjang dari konstruksi dua arah, diukur dari muka ke muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka balok atau tumpuan lain pada kasus lainnya (mm)

$\alpha =$ rasio kekuatan lentur tampang balok terhadap kekuatan lentur pelat dengan lebar yang dibatasi secara lateral oleh

garis-garis sumbu tengah panel-panel yang bersebelahan pada tiap sisi balok

$\alpha_M =$ nilai rata-rata α untuk semua balok pada tepi-tepi suatu panel

$\beta =$ rasio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari pelat dua arah

- d. Pada tepi yang tidak menerus, balok tepi harus mempunyai rasio kekakuan α tidak kurang dari 0,8 atau sebagai alternatif ketebalan minimum yang ditentukan Pers. (3-1) atau Pers. (3-2) harus dinaikan minimal 10% dari panel dengan tepi yang tidak menerus.

3. Tebal minimum pelat tanpa balok interior

Tebal minimum pada pelat tanpa balok interior yang menghubungkan setiap tumpuannya dan memiliki rasio bentang panjang terhadap bentang pendek yang tidak lebih dari dua, harus memenuhi ketentuan Tabel 2.3 dan tidak boleh kurang dari nilai berikut:

- a. Pelat tanpa penebalan memiliki syarat tebal pelat minimal 120 mm
- b. Pelat dengan penebalan memiliki syarat tebal pelat minimal 100 mm

Tabel 2.6 Tebal minimum pelat tanpa balok interior, sumber: *Aditya, 2107*

Tegangan leleh f_y (MPa)	Tanpa penebalan		Dengan penebalan	
	Panel dalam	Panel luar	Panel dalam	Panel luar

		Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir		Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir
300	$ln / 36$	$ln / 33$	$ln / 36$	$ln / 40$	$ln / 36$	$ln / 40$
400	$ln / 33$	$ln / 30$	$ln / 33$	$ln / 36$	$ln / 33$	$ln / 36$
500	$ln / 31$	$ln / 28$	$ln / 31$	$ln / 34$	$ln / 31$	$ln / 34$

Catatan: Nilai α untuk balok diantara kolom pada tepi luar tidak boleh kurang dari 0,8.

Dimensi penebalan panel setempat harus sesuai dengan hal-hal sebagai berikut: Penebalan panel setempat disediakan pada kedua arah dengan jarak yang

sama, tidak kurang dari $\frac{1}{6}$ jarak dari pusat ke pusat tumpuan pada arah yang ditinjau. Pada penebalan panel setempat tidak boleh kurang dari $\frac{1}{4}$ tebal pelat di luar daerah penebalan panel setempat.