

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Beban Struktur

Beban adalah gaya atau aksi lain yang dihasilkan dari berat seluruh bahan bangunan, penghunian dan benda-bendanya, efek lingkungan, pergerakan sebagian (*differential movement*), dan perubahan dimensi yang terkendali, beban tetap adalah beban dimana variasi dari waktu ke waktu jarang atau kecil, semua beban lainnya adalah beban variable. (SNI 2847:2019)

Beban harus meliputi berat sendiri beban kerja, dan pengaruh dari gaya prategang, gempa, kekangan terhadap perubahan volume dan perbedaan penurunan. (SNI 2847:2019)

Menurut SNI 1727:2020 Beban adalah gaya atau aksi lainnya yang diperoleh dari berat seluruh bahan bangunan, penghuni, barang-barang yang ada di dalam bangunan gedung, efek lingkungan, selisih perpindahan dan gaya kekangan akibat perubahan dimensi. Efek beban pada setiap komponen struktur harus ditentukan dengan metode analisis struktur yang memperhitungkan keseimbangan dan memiliki kemampuan layan. Kemampuan layan, adalah keadaan dimana suatu struktur dan komponennya harus dirancang memiliki kekakuan yang cukup untuk membatasi lendutan, simpangan lateral, getaran atau deformasi lain yang melampaui persyaratan kinerja serta fungsi bangunan gedung atau lainnya.

Beban-beban adalah gaya-gaya atau aksi-aksi lainnya yang dihasilkan dari berat seluruh material bangunan, hunian dan pemanfaatannya, pengaruh-pengaruh lingkungan, pergerakan relatif, beda penurunan, dan perubahan-perubahan dimensi yang tertahan. (Pasal 3.5-SNI 1726:2019)

Beban-beban yang digunakan diambil dari SNI 1727:2020 adalah sebagai berikut :

1. Beban Mati (D) adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung, dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan lain yang termasuk berat keran. Atau secara umum adalah segala macam komponen yang terdapat dalam suatu susunan struktur yang bersipat kaku dan sulit atau tidak dapat dipindahkan posisinya.
2. Beban Hidup (L) adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.
3. Beban Gempa (E) adalah semua beban static ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari Gerakan tanah akibat gempa itu, maka yang diartikan dengan gempa disini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh Gerakan tanah akibat gempa.

2.2 Perencanaan Struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Sistem rangkai pemikul momen khusus atau SRPMK, ditentukan berdasarkan kategori desain seismik pada daerah perencanaan bangunan pada SNI 2847:2019 syarat-syarat untuk komponen struktur SRPMK tertuang dalam tabel R18.2 untuk penerapan perencanaan struktur.

2.3 Pelat Satu Arah

Pelat adalah elemen *horizontal* utama yang menyalurkan beban hidup maupun beban mati ke rangka pendukung vertikal dari suatu sistem struktur. Elemen tersebut dapat berupa pelat di atas balok, pelat tanpa balok yang bertumpu langsung pada kolom atau pelat komposit. Elemen-elemen tersebut dapat dibuat sehingga bekerja dalam satu arah atau bekerja dalam dua arah yang saling tegak lurus. (Nawy, 1990)

Pelat adalah elemen struktur yang fungsinya menyalurkan beban kepada elemen pendukung seperti balok dan kolom. Apabila pelat didukung sepanjang keempat sisinya, dinamakan sebagai plat dua arah di mana 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, pelat dapat dianggap hanya bekerja sebagai pelat satu arah dengan lenturan utama pada arah sisi yang lebih pendek. (Dipohosudo, 1996)

Pelat satu arah ditumpu hanya pada kedua sisi yang berlawanan, sedangkan pelat dua arah ditumpu pada keempat sisinya. Penentuan desain pelat menggunakan

sistem satu arah atau dua arah ditentukan berdasarkan perbandingan antara panjang dan lebar pelat lantai yang direncanakan.

Untuk perencanaan dimensi pelat dapat dilakukan dengan ketentuan SNI 2847:2019 pasal 7..Pentuan kategori pelat dilakukan dengan cara membagi bentang bersih terpanjang dibagi bentang bersih terpendek dari daerah perencanaan pelat lantai.

$l_y / l_x > 2$, pelat satu arah

$l_y / l_x < 2$, pelat dua arah .

Perhitungan pelat kemudian dilakukan dengan menentukan tebal perencanaan pelat yang diperbesar untuk digunakan berdasarkan bentang terbesar untuk daerah yang direncanakan untuk mencegah terjadinya kegagalan struktur pelat.

Untuk pelat satu arah nonprategang menurut SNI 2847:2019 pasal 7 regangan tarik yang terjadi harus mencapai sekurang-kurangnya 0,004 sedangkan untuk faktor reduksi kekuatan ditentukan berdasarkan ketetapan SNI 2847:2019 pasal 21.2. Sedangkan untuk luas tulangan lentur minimum untuk pelat satu arah nonprategang ditentukan oleh pasal 7.6.1 SNI 2847:2019 yaitu sebesar 0,002.

Untuk penulangan pelat satu arah nonprategang ditentukan berdasarkan pasal 7.7 SNI 2847:2019.Spasi maksimum untuk tulangan ulir harus sekurang-kurangnya $3h$ dan 450 mm. Sedangkan untuk pemutusan tulangan pada pelat satu arah sama dengan balok, pada ujung tumpuan setidaknya $1/3$ dari tulangan momen negatif harus memiliki panjang penyaluran meliewati titik balik sekurang-kurangnya terbesar dari d , $12db$ dan $l_n/16$.

2.4 Balok

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi untuk menopang lantai di atasnya serta sebagai penyalur momen ke kolom-kolom yang menopangnya. Balok yang bertumpu langsung pada kolom disebut dengan balok induk, sedangkan yang bertumpu pada balok induk disebut balok anak. Tulangan rangkap pada perancangan balok pada umumnya ditujukan untuk meningkatkan daktilitas tampang, pengendalian defleksi jangka panjang akibat adanya rangka dan susut. (MacGregor, 2005).

Komponen struktur yang utamanya menahan lentur dan geser dengan atau tanpa gaya aksial atau torsi; balok dalam rangka momen yang merupakan bagian dari sistem penahan gaya lateral umumnya komponen *horizontal*; gelagar adalah balok. (SNI 2847:2019).

Penentuan dimensi balok dapat ditetapkan menurut ketentuan SNI 2847:2019 tabel 9.3.1.1 mengenai tinggi minimum balok yang direncanakan.

Tabel 2.1 Tebal minimum balok

Kondisi perletakan	Minimum h
Perletakan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

SNI 2847:2019 , tabel 9.3.1.1

Dari perhitungan estimasi diatas kemudian balok akan dirancang dengan metode pendekatan, dibedakan dari jenis balok yang dirancang yaitu balok anak dan balok induk. Untuk balok induk $l/12$ dan untuk balok anak $l/15$.

Selain ditentukan oleh pasal 9.3 SNI 2847:2019 batasan desain untuk balok juga ditentukan dari pasal 18.6.2 SNI2847:2019 untuk ketentuan penampang balok SRPMK yaitu :

- a. Bentang bersih (ln) $\geq 4d$
- b. Lebar penampang (bw) harus lebih besar dari nilai terkecil dari $0,3h$ dan 250 mm.
- c. Lebar penampang balok (bw) tidak boleh melebihi nilai terkecil dari nilai lebar penampang kolom dan $0,75$ tinggi kolom.

Luas tulangan lentur minimum untuk balok nonprategang ditentukan dari dua nilai terkecil dari ketentuan pasal 9.6.1.2 dan untuk luas tulangan maksimum adalah sebesar $0,0025$.(SNI 2847:2019)

Dalam pasal 21 nilai kekuatan nominal komponen struktur yang mengalami momen atau kombinasi momen dan gaya aksial, ditentukan oleh kondisi dimana regangan dalam serat tekan terjauh sama dengan asumsi batas regangan tekan yaitu $0,003$. Sedangkan untuk regangan tarik netto ϵ_t pada tulangan dianggap terkendali tarik jika nilai yang didapat $\geq 0,005$. Untuk beton dengan tulangan ulir dengan mutu baja 420 MPa nilai ϵ_{ty} diijinkan diambil sebesar $0,002$.(SNI 2847:2019)

Spasi tulangan longitudinal ditentukan berdasarkan pasal 25.2 untuk minimum sebesar 25mm, diameter tulangan longitudinal (db) dan $4/3$ ukuran nominal maksimum agregat kasar (d_{agg}) dalam mm.Spasi tulangan transversal maksimum untuk balok SRPMK ditentukan berdasarkan pasal 18.6.4.4 dengan spasi pertama dari tumpuan adalah sebesar 50 mm dan untuk spasi tulangan

maksimum diambil dari nilai terkecil dari 3 nilai yang ditentukan pada pasal tersebut.(SNI 2847:2019)

2.5 Kolom

Kolom adalah elemen vertikal yang memikul sistem lantai struktural. Elemen ini merupakan elemen yang mengalami tekan dan pada umumnya disertai dengan momen lentur. Kolom merupakan salah satu unsur terpenting dalam peninjauan kemauan struktur. (Nawy:1990)

Kolom (*Coloumn*) adalah, komponen struktur umumnya vertikal, digunakan untuk memikul beban tekan aksial, tapi dapat juga memikul momen, geser atau torsi. Kolom yang digunakan sebagai bagian *system* rangka pemikul gaya lateral menahan kombinasi beban aksial momen dan geser. (SNI 2847:2019)

Perancangan dimensi kolom akan direncanakan berdasarkan beban yang bekerja pada daerah *tributary area* yang berada pada sekitar kolom kemudia beban yang terjadi akan digunakan untuk mencari ukuran dimensi kolom dengan perhitungan pendekatan dari ketentuan SNI 2847:2019 , pasal 10.5.1.1 yaitu :

$$\phi P_n \geq P_u$$

dengan,

$$P_n = \Phi(0,80)[0,885 \times f_c' A_g + A_{st} (f_y - 0,85 \times f_c)]$$

Ketentuan ini digunakan untuk perencanaan estimasi dimensi penampang kolom minimal dengan meninjau pembebanan terjadi disekitar kolom. Daerah yang ditinjau terletak mulai dari As kolom menuju setengah bentang dari As kolom

menuju As kolom berikutnya atau dengan metode *tributary area*. Pembebanan yang ditinjau berasal dari beban struktur yang termasuk dalam *tributary area*.

Batasan dimensi kolom juga ditinjau berdasarkan ketentuan dari pasal 18.7.2 SNI 2847:2019 tentang persyaratan dimensi kolom untuk SRPMK dengan dua ketentuan yaitu :

- a. Dimensi penampang terkecil kolom harus lebih besar dari 300 mm
- b. Rasio dimensi penampang kolom (b/h) harus lebih besar atau sama dengan 0,4.

Untuk rasio tulangan longitudinal pada kolom ditentukan berdasarkan pasal 10.6 dan 18.7.4 minimum pada kolom adalah sebesar 0,001 dan untuk maksimum adalah sebesar 0,008 untuk kolom nonprategang , sedangkan untuk kolom SRPMK adalah sebesar 0,006.(SNI 2847:2019)

Spasi tulangan longitudinal kolom ditentukan berdasarkan pasal 25.2.3 yaitu harus lebih besar dari 40 mm, $1,5d_b$ dan $4/3$ ukuran nominal maksimum agregat kasar (d_{agg}) dalam mm. Spasi tulangan transversal untuk kolom dari muka tumpuan diambil sama dengan balok sebesar 50mm dan untuk spasi maksimum diambil dari pasal 18.7.5.3 dari 3 nilai terkecil dan berkisar antar 100mm dan tidak boleh melebihi 150 mm.(SNI 2847:2019)

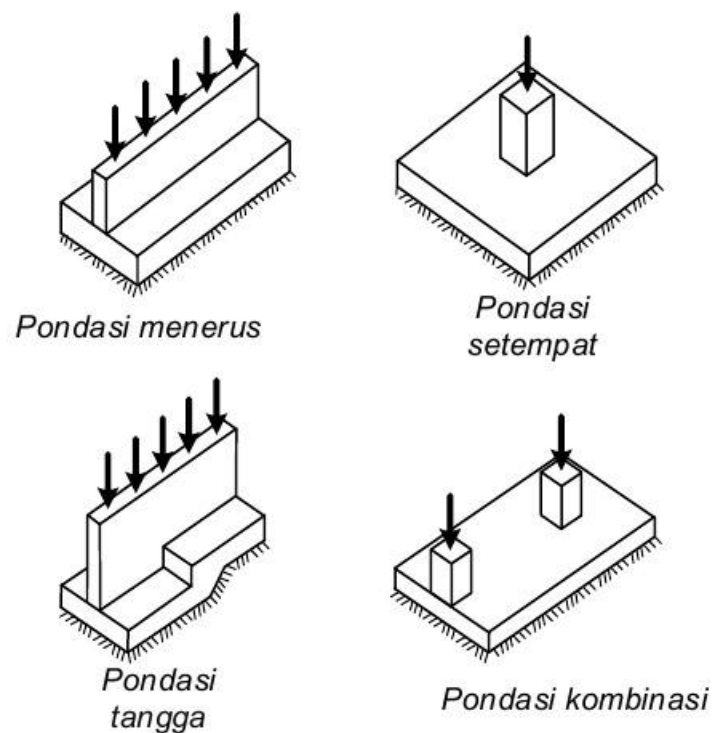
2.6 Fondasi

Fondasi adalah elemen beton struktural yang meneruskan beban dari struktur di atasnya ke tanah yang memikulnya. Macam-macam fondasi adalah

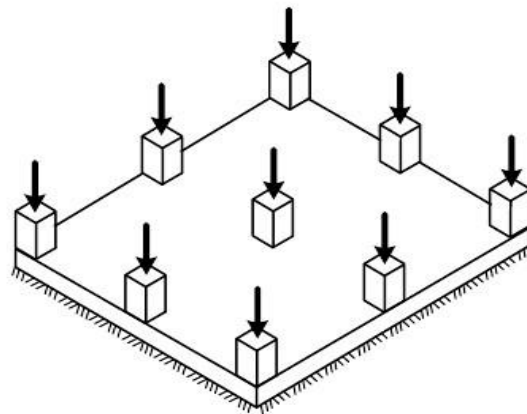
fondasi tiang yang dipancang ke tanah, fondasi gabungan yang memikul lebih dari satu kolom, fondasi telapak dan fondasi rakit. (Nawy 1990)

Fondasi berfungsi untuk meneruskan reaksi terpusat dari kolom dan atau dinding ataupun beban-beban lateral dari dinding penahan tanah, ke tanah, tanpa terjadinya penurunan tak sama (*differential settlement*) pada sistem strukturnya, juga tanpa terjadinya keruntuhan pada tanah. (Nawy 1990)

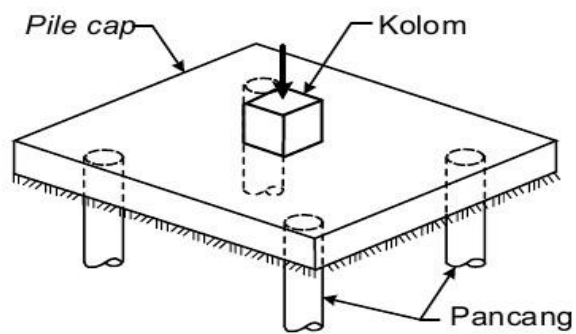
Menurut SNI 2847:2019 fondasi dibedakan menjadi dua golongan, fondasi dangkal (Fondasi lajur, Fondasi setempat, Gabungan, Rakit, Balok Sloof) dan fondasi dalam (*Pile cap*, Fondasi tiang, Fondasi tiang bor dan *Caissons*).



Gambar 2.1 Tipe-tipe Fondasi



Pondasi pelat penuh/rakit



Sistem fondasi dalam dengan tiang pancang dan pile cap

Gambar 2.1 Tipe-tipe Fondasi (Lanjutan)
(Sumber: SNI 2847:2019)

Untuk perencanaan fondasi perhitungan dilakukan dengan menentukan :

1. Daya dukung fondasi tiang
2. Perencanaan *pile cap*
3. Jumlah kebutuhan tiang untuk menahan beban
4. Efisiensi kelompok tiang
5. Pengecekan gaya geser 1 arah dan 2 arah , dan
6. Perencanaan tulangan yang dibutuhkan.

2.7 Perencanaan Struktur Bangunan Tinggi

Menurut SNI 1726:2019 , struktur bangunan gedung harus memiliki sistem pemikul gaya lateral dan vertikal yang lengkap, yang mampu memberikan kekuatan, kekakuan, dan kapasitas disipasi energi yang cukup untuk menahan gerak tanah seismik desain dalam batasan-batasan kebutuhan deformasi dan kekuatan perlu.

Perencanaan bangunan tinggi didasarkan pada peninjauan hubungan kolom dan balok karena balok dapat memiliki momen yang besar sehingga dapat mengakibatkan kegagalan struktur yang berpengaruh pada balok yang tertumpu bersifat jepit sehingga hubungan balok dan kolom dalam perencanaan bangunan tinggi harus diperhitungkan diberikan faktor reduksi agar tidak terjadi kegagalan struktur. Gaya-gaya yang terjadi pada bangunan tinggi diakibatkan oleh gaya lateral dan gaya seismik.

Pengaruh gaya-gaya yang bekerja pada bangunan tinggi dapat dapat mengakibatkan simpangan antar lantai, efek kolom langsing. Sehingga diafragma bangunan harus dirancang agar dapat menahan terjadi kegagalan struktur akibat gaya seismik.

Simpangan (*Drift*) adalah perpindahan lateral anatara dua tingkat bangunan yang berdekatan atau dapat dikatakan simpangan mendatar tiap-tiap tingkat bangunan (*Horizontal story to story deflection*).

Menurut Farzat Naeim (1989) Peninjauan suatu sistem struktur akibat gempa dilihat dari 3:

1. Kestabilan struktur (*Structural stability*)

2. Kesempurnaan arsitektural (*architectural integrity*) dan potensi kerusakan bermacam-macam komponen bukan struktur suatu bangunan.
3. Kenyamanan manusia (*Human comfort*), sewaktu terjadinya gempa bumi dan sesudah bangunan mengalami gerakan gempa.

Perencanaan bangunan tinggi selalu dipengaruhi oleh pertimbangan lenturan (*Deflection*), bukannya oleh kekuatan (*Strength*). (Richard N. White, 1987)

Beban lateral terbagi menjadi dua yaitu beban angin dan beban gempa. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam sistem struktur terhadap beban lateral antara lain :

1. Kekakuan diafragma dan kekakuan struktur. Diafragma disini adalah sistem atap, lantai, membrane atau bresing yang berfungsi untuk menyalurkan gaya-gaya lateral.
2. Distribusi gaya dan konsentrasi tahanan.
3. Tahanan pada keliling luar (perimeter) struktur bangunan.
4. Loncatan bidang vertikal.
5. Diskontinuitas kekuatan dan kekakuan struktur, akibat adanya balok transfer, lantai transfer, dinding struktur yang tidak menerus, dinding struktur yang letaknya berselang seling.
6. *Soft Story Effect*, dikenal juga sebagai lantai yang lemah / *weak story* didefinisikan sebagai tingkat pada gedung yang memiliki sebagian besar kekakuan atau kapasitas menyerap energinya sangat kecil untuk melawan atau menahan induksi tekanan akibat gempa terhadap gedung tersebut. contohnya adalah bangunan yang banyak memiliki ruang terbuka dan jendela.

7. Ketidak teraturan struktur.
8. Adanya torsi yang besar tanpa adanya tahanan yang cukup untuk menahan torsi.
9. Benturan antar bangunan.
10. Pemisahan bangunan
11. Efek kolom pendek

2.8 Persyaratan Desain Seismik Struktur Bangunan Gedung

Struktur bangunan gedung harus memiliki sistem pemikul gaya lateral dan vertikal yang lengkap, yang mampu memberikan kekuatan, kekakuan dan kapasitas disipasi energi yang cukup untuk menahan gaya gerak tanah seismic desain dalam batasan-batasan kebutuhan deformasi dan kekuatan perlu. (SNI 1726:2019)

Setiap bagian struktur harus mampu menyalurkan gaya seismik (F_p) yang ditimbulkan oleh bagian-bagian yang terhubung. setiap bagian struktur yang lebih kecil harus diikat ke bagian struktur sisanya dengan menggunakan sebagian nilai tersebar antara $0,133 S_{ps}$ kali berat bagian struktur yang lebih kecil atau 5% berat bagian tersebut. (SNI 1726:2019)

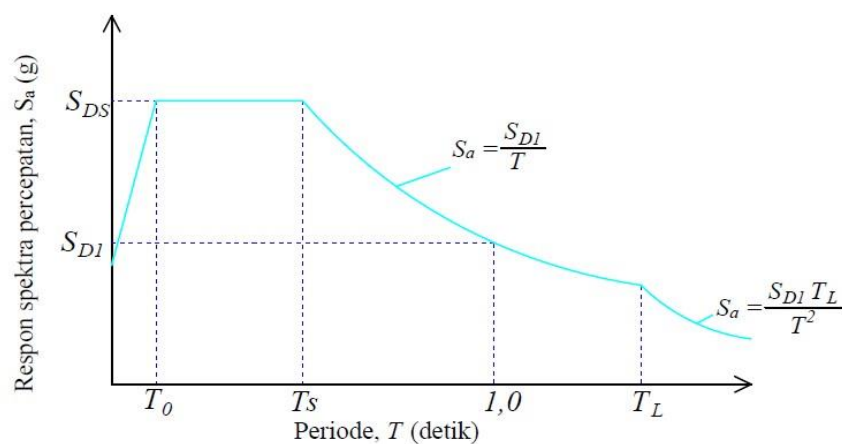
Sambungan positif untuk menahan gaya horizontal yang bekerja paralel terhadap komponen struktur harus disediakan setiap balok, girder, atau rangka batang, baik secara langsung ke elemen tumpuannya atau ke pelat yang didesain sebagai diafragma. Sambungan harus mempunyai kekuatan desain minimum sebesar 5% dari total reaksi beban mati dan beban hidup. (SNI 1726:2019)

Ketentuan sistem pemikul gaya seismik ditentukan oleh nilai masing-masing R , C_d , dan Ω_0 pada tabel 12 SNI 1726:2019 .

2.9 Periode Fundamental (T)

Periode getar (T) adalah waktu yang diperlukan untuk menempuh satu putaran lengkap dari suatu getaran ketika terganggu dari posisi keseimbangan statis dan Kembali keposisi aslinya, periode getar juga sering disebut secara lengkap dengan “periode getar alami struktur” (*natural fundamental period*), dimana istilah “alami” tersebut digunakan untuk menggambarkan setiap getaran untuk menekankan fakta bahwa hal tersebut merupakan *property* alami dari struktur yang bergantung pada masa dan kekakuan yang bergetar secara bebas tanpa adanya gaya luar.S

Pada SNI 1726:2019 menjelaskan spektrum respon desain mencakup periode pendek (S_{DS}) dan periode 1 detik (S_{DI}), dan dapat digambarkan dalam bentuk grafik pada gambar 2.2 .



Gambar 2.2 *Sepktrum Respons desain*
(Sumber SNI 1726:2019)

2.10 Gaya Lateral

Gaya lateral adalah gaya yang terjadi akibat beban gempa dan angin yang terdistribusi dan harus dihitung setiap lantai dalam sebuah bangunan. Pada SNI 1726:2019 gaya lateral disimbolkan dengan (F_x) dengan perhitungan reduksi sebesar 0,01 dikalikan dengan beban mati total struktur pada sebuah lantai (W_x).

Hal ini akan berhubungan dengan diafragma struktur yaitu meliputi atap, lantai, membrane atau bresing yang berfungsi untuk menyalurkan gaya-gaya lateral ke elemen vertikal pemikul beban lateral.

2.11 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar tingkat (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Apabila pusat massa tidak segaris maka dalam arah vertikal, diizinkan untuk menghitung simpangan di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. (SNI 1726:2019)

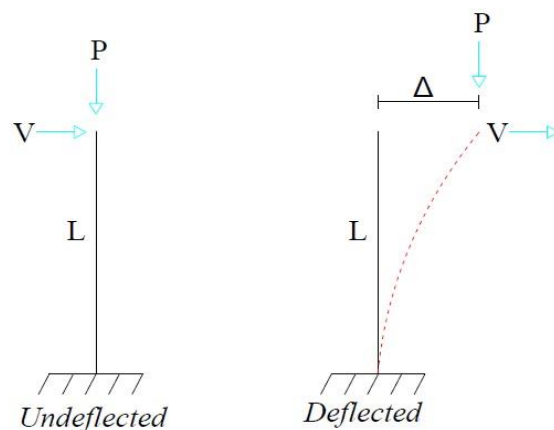
Bagi struktur yang didesain untuk kategori desain seismik C, D, E atau F yang memiliki ketidakberaturan horizontal, maka simpangan antar tingkat dihitung sebagai selisih terbesar dari simpangan titik-titik yang segaris secara vertikal di sepanjang salah satu bagian tepi struktur, di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. (SNI 1726:2019)

Hal yang berpengaruh pada simpangan antar lantai adalah gaya gempa desain tingkat kekuatan, perpindahan elastik yang dihitung akibat gaya gempa, perpindahan yang diperbesar.

Penentuan nilai simpangan antar lantai adalah untuk melihat perbandingan simpangan yang terjadi pada tiap lantai terhadap simpangan maksimum yang diijinkan, hal ini dapat bertujuan untuk menilai tingkat kenyamanan pada penggunaan struktur gedung yang direncanakan atau *Service Ability* oleh struktur portal pada bangunan yang direncanakan.

2.12 Pengaruh P-delta

Efek P-delta adalah efek sekunder berupa geser dan momen pada elemen-elemen struktur yang dihasilkan dari berbagai kondisi pembebanan, umumnya terjadi pada kolom yang menerima gaya aksial dan lateral maka mengakibatkan defleksi pada ujung kolom. Defleksi ujung kolom ini menyebabkan berubahnya titik awal dan dengan demikian akan ada tambahan momen lentur, dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Efek P-Delta

Pengaruh P-Delta diatur dalam SNI 1726:2019 pasal 7.8.7. Yang dipengaruhi oleh beban desain vertikal, simpangan antar tingkat desain (Δ), faktor

keutamaan gempa, gaya seismik yang bekerja antar tingkat, tinggi tingkat dibawah serta faktor pembesaran defleksi.

P-delta harus diperhitungkan apabila berpengaruh kritis terhadap fungsi atau stabilitas struktur, bila diperhitungkan harus didasarkan pada nilai perpindahan yang ditentukan oleh analisis elastik dikalikan dengan C_d / I_e menggunakan nilai C_d yang tertera pada SNI 1726:2019 tabel 12, 28 atau tabel 29.(SNI 1726:2019)

Simpangan lateral dipengaruhi oleh lendutan yang disebabkan oleh lentur, tarik aksial, atau tekan.pengaruh beban mati. Untuk itu perlu ditentukan faktor keutamaan gempa berdasarkan fungsi bangunan serta sistem pemikul gaya seismik untuk bangunan yang akan direncanakan sesuai ketentuan dalam SNI 1726:2019 pada tabel 12.

2.13 Desain Filosopi Bangunan Tahan Gempa

Bangunan-bangunan gedung mempunyai faktor keutamaan bergantung pada penting atau tidaknya fungsi suatu bangunan. Bangunan dengan fungsi yang semakin penting maka semakin lama bangunan tersebut harus bertahan, dengan kata lain gaya gempa yang diperhitungkan untuk bangunan tersebut juga semakin besar.

Desain filosofi (*Earthquake Design Philosophy*) suatu bangunan akibat beban gempa dimaksudkan sebagai berikut:

1. Pada gempa kecil (*Light*, atau *minor earthquake*) dengan intensitas yang sering, kerusakan struktur utama tidak ditolerir dan bangunan harus tetap

berfungsi dengan baik. Namun kerusakan kecil non struktural masih diperbolehkan.

2. Pada gempa menengah (*moderate earthquake*) dengan relatif jarang terjadi, kerusakan struktural diperbolehkan namun sebatas rusak/retak ringan dengan perbaikan yang ekonomis. Elemen non-struktural dapat saja rusak tetapi masih dapat diganti dengan yang baru,
3. Pada gempa kuat (*strong earthquake*) yang jarang terjadi, struktur bangunan boleh mengalami kerusakan namun tidak diperbolehkan mengalami runtuh total (*totally collapse*). Kondisi tersebut juga diharapkan dapat terjadi Ketika gempa besar (*great earthquake*), dengan tujuan dapat melindungi penghuni bangunan secara maksimum.

2.14 Perencanaan Beban Gempa

Beban gempa pada suatu gedung struktur diperhitungkan dengan memasukkan asumsi gaya maksimal yang akan di tahan oleh bangunan yang direncanakan. Beban gempa yang terjadi akan diperhitunga dengan memperhatikan golongan berdasarkan daerah gempa pada SNI 1726 : 2019 gambar 15 sampai dengan gambar 20.

Selain itu kondisi tanah pada lokasi perencanaan juga menjadi perhatian pada perancangan, untuk menentukan pengaruh tanah yang berhubungan dengan Fondasi untuk diteruskan kepada bangunan dalam menerima gaya gempa yang terjadi. Menurut SNI 1726 tanah akan diklasifikasikan dalam kategori 6 (enam) kategori situs yaitu :

1. Batuan keras (*SA*)
2. Batuan (*SB*)
3. Tanah keras, sangat padat dan batuan lunak (*SC*)
4. Tanah sedang (*SD*)
5. Tanah lunak (*SE*) , dan
6. Tanah khusus (*SF*)

Pengkategorian ini dapat dilakukan dari data hasil pengujian tanah yang dilakukan pada lokasi perencanaan dengan menghitung nilai *SPT* (*standart penetration test*) dan akan dikategorikan berdasarkan nilai \bar{N} dengan ketentuan SNI 1726:2019, tabel 5.

$$\bar{N} > 50 = \text{Tanah keras (SC)}$$

$$15 \leq \bar{N} \leq 50 = \text{Tanah sedang (SD)}$$

$$15 \leq \bar{N} = \text{Tanah lunak (SE)}$$

Hal ini berguna untuk penentuan perhitungan beban gempa yang akan dimasukkan selanjutnya menggunakan program *Etabs*.

Dari analisis pembebanan kemudian akan ditemukan gaya rotasi, *vertical*, dan *horizontal* pada bangunan untuk mengecek apakah dimensi struktur yang digunakan berhubungan dengan balok kolom sudah dapat menopang gaya yang terjadi pada bangunan atau tidak.