

STUDI ANALISIS TULANGAN SENGGANG ULIR PADA GEDUNG T UNIVERSITAS SEMARANG DENGAN MEMBANDINGKAN PERATURAN SNI GEMPA 2012 DENGAN SNI GEMPA 2019

Ngudi Hari Crista ¹⁾, Trias Widorini ¹⁾, Lila Anggraini ¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Semarang
Jl. Soekarno-Hatta, Tlogosari, Semarang 50196
Email: ngudi_haricrista@usm.ac.id

ABSTRAK

Karena adanya peraturan gempa yang mengalami revisi dan perilaku gempa setiap zona selalu mengalami perubahan hampir setiap tahun dikarenakan adanya pergeseran lempeng dan bebatuan serta akibat aktivitas vulkanik, maka suatu peraturan gempa terbaru muncul dan diberlakukan, dengan adanya peraturan terbaru menyebabkan perlunya revisi atau peninjauan ulang bangunan-bangunan yang sudah berdiri untuk dikaji ulang menggunakan peraturan tersebut. Dari adanya gempa menyebabkan banyak terjadi kerusakan pada struktur bangunan. Setelah dilakukan kajian yang mendalam tentang hal ini, bahwa gempa besar yang terjadi ternyata karena percepatan batuan dasar lebih besar daripada percepatan batuan dasar yang telah ditetapkan dalam peta gempa SNI 03-1726-2012. Berdasarkan penemuan tersebut menyebabkan peta gempa SNI 03-1726-2012 dinilai sudah tidak sesuai lagi di-aplikasikan sebagai pedoman perencanaan struktur tahan gempa. Dengan adanya peraturan terbaru (RSNI 03-1726-2019) maka semua bangunan yang direncanakan dengan peraturan lama (SNI 03-1726-2012) perlu adanya evaluasi perhitungan pengaruh gempa bangunan lama terhadap peraturan terbaru. Pada penelitian ini analisis dilakukan dengan menggunakan tulangan Ulir baik untuk tulangan Pokok maupun tulangan geser. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menganalisa perilaku struktur antara kedua peraturan tersebut pada bangunan gedung perkuliahan gedung T Universitas Semarang didapat Jumlah tulangan longitudinal ulir mengalami kenaikan sebesar 7 % dan kebutuhan tulangan Senggang ulir mengalami kenaikan 12%, Sedangkan jumlah kebutuhan tulangan longitudinal ulir mengalami kenaikan pada tulangan lapangan sebesar 33 %, serta tulangan Senggang ulir mengalami kenaikan 40 % .sehingga berdasarkan hasil tersebut bahwa gaya geser mengalami peningkatan yang cukup tinggi, sehingga evaluasi terhadap bangunan gedung – gedung lama perlu adanya pengkajian ulang.

Kata kunci: Analisis gempa Gedung T, Tulangan Ulir, Perbandingan SNI 2012 dengan SNI 2019.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Berdasarkan Data dari BMKG beberapa tahun terakhir telah banyak gempa besar yang terjadi di Indonesia. Seperti gempa Magnnitude 5,8 di Sulawesi tengah yang berpotensi sebagai Tsunami Gempa Magnitudo 5,1 mengguncang NTT, dan Gempa Mag nitudo 5,0 kembali mengguncang Bengkulu. Dari gempa tersebut menyebabkan banyak terjadi kerusakan pada struktur bangunan. Setelah

dilakukan kajian yang mendalam tentang hal ini, bahwa gempa besar yang terjadi ternyata percepatan batuan dasar lebih besar daripada percepatan batuan dasar yang telah ditetapkan dalam peta gempa SNI 03-1726-2012. Berdasarkan penemuan tersebut menyebabkan peta gempa SNI 03-1726-2012 dinilai sudah tidak sesuai lagi diaplikasikan sebagai pedoman perencanaan struktur tahan gempa.

Oleh karena itu, untuk mendorong perkembangan peraturan perencanaan

struktur gedung tahan gempa di Indonesia, maka SNI 03-1726-2012 direvisi menjadi RSNI 03-1726 -2019. Dalam suatu peraturan gempa terbaru muncul dan diberlakukan, maka hal tersebut mengakibatkan perlunya revisi atau peninjauan ulang bangunan-bangunan yang sudah berdiri untuk dikaji ulang menggunakan peraturan terbaru.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah Mendapatkan Jumlah tulangan longitudinal dan jarak sengkang ulir pada gedung T dengan membandingkan antara SNI 03-1726-2012 dengan SNI 03-1726-2019 Mendapatkan Prosentase peningkatan jumlah tulangan pokok dan tulangan geser ulir pada gedung T dengan membandingkan antara SNI 03-1726-2012 dengan SNI 03-1726-2019.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Struktur

Struktur bangunan Gedung Teknik Universtas Semarang tersusun dari beberapa elemen dengan sifat atau karakteristik yang berlainan, struktur dapat dibedakan menjadi 4 yaitu Struktur Balok-Kolom, Struktur Trusses (Struktur Rangka Batang), Struktur *Frame* (Struktur Rangka Kaku), dan Struktur *Shell* (meliputi *plate*, *Shell* dan *Membrane*).

Bangunan tahan gempa adalah bangunan yang mampu bertahan dan tidak runtuh jika terjadi gempa. Bangunan tahan gempa bukan berarti tidak boleh mengalami kerusakan sama sekali namun bangunan tahan gempa boleh mengalami kerusakan asalkan masih memenuhi persyaratan yang berlaku.

Menurut Widodo (2012) filosofi bangunan tahan gempa adalah sebagai berikut: 1) Pada gempa kecil (*light*, atau

minor earthquake) yang sering terjadi, maka struktur utama bangunan harus tidak rusak dan berfungsi dengan baik. Kerusakan kecil yang masih dapat ditoleransi pada elemen non struktur masih dibolehkan, 2) Pada gempa menengah (*moderate earthquake*) yang relatif jarang terjadi, maka struktur utama bangunan boleh rusak/retak ringan tapi masih dapat diperbaiki. Elemen non struktur dapat saja rusak tetapi masih dapat diganti yang baru, 3) Pada gempa kuat (*strong earthquake*) yang jarang terjadi, maka bangunan boleh rusak tetapi tidak boleh runtuh total (*totally collapse*). Kondisi seperti ini juga diharapkan pada gempa besar (*great earthquake*), yang tujuannya melindungi manusia/penghuni bangunan secara maksimum.

Menurut Schodek (1999:8) struktur yang dibentuk dengan cara meletakkan elemen kaku horizontal di atas elemen kaku vertikal adalah struktur yang umum dijumpai. Elemen horizontal (balok) memikul beban yang bekerja secara transversal dari panjangnya dan mentransfer beban tersebut kekolom vertikal yang menumpunya. Kolom tersebut dibebani secara aksial oleh balok, kemudian mentransfer beban itu ke tanah. Kolom-kolom menerima gaya terpusat, umumnya dari ujung-ujung balok. Jadi jelas ada hubungan yang erat antara pola dari sistem tumpuan yang membentang vertikal dan sistem tumpuan yang membentang horizontal.

Pembebanan

Beban-beban yang direncanakan dalam suatu struktur gedung tergantung dari fungsi ruangan, lokasi, bentuk, kekakuan, massa dan ketinggian gedung itu sendiri, Jenis beban yang akan dipakai dalam penelitian ini:

Beban Mati (Dead Load)

Beban mati adalah beban yang berasal dari material yang digunakan pada struktur dan beban mati tambahan pada struktur, Beban mati (*Dead Load*) 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 layanan yang terpasang lain termasuk berat kreaan (SNI 1727:2013). Beban mati dapat dinyatakan sebagai gaya statis yang disebabkan oleh berat setiap unsur didalam struktur. Gaya-gaya yang menghasilkan beban mati tersiri dari berat unsur pendukung beban dari bangunan, lantai, penyelesaian langit-langit, dinding partisi tetap, penyelesaian fasade, tangki simpanan, system distribusi mekanis, dan seterusnya. Gabungan beban semua unsur ini menjadi beban mati dari suatu bangunan (Schueller, 1989:8). Pada analisis permodelan software SAP 2000, pembebanan mati dapat dihitung secara langsung.

Beban Hidup (Live Load)

Beban hidup (*Live Load*) 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 (SNI 1727:2013). Untuk reduksi beban hidup ditentukan berdasarkan pasal 4.7 SNI 1727-2013.

Beban Gempa (Earthquake)

Beban gempa digunakan untuk menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi bangunan gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Analisis Perencanaan Gempa

dengan menggunakan Analisis Dinamik (*Dynamic Analysis*) digunakan untuk penelitian ini, adapun Metode ini digunakan untuk bangunan dengan struktur yang tidak beraturan. Perhitungan gempa dengan analisis dinamik ini terdiri dari: 1) Analisa Ragam Spektrum Respons. Analisa Ragam Spektrum Respons adalah suatu cara analisa dinamik struktur, dimana suatu model dari matematik struktur diperlakukan suatu spectrum respons gempa rencana, dan ditentukan respons struktur terhadap gempa rencana tersebut. 2) Analisa Respons Riwayat Waktu. Analisa Respons Riwayat Waktu adalah suatu acuan analisa dinamik struktur, dimana suatu model matematik dari struktur dikenakan riwayat waktu dari gempa-gempa hasil pencatatan atau gempa-gempa tiruan terhadap riwayat waktu dari respons struktur ditentukan.

Menentukan Persyaratan Standar detail Struktur

Prinsip perencanaan balok induk SNI 2847:2013 pasal 21.5.1.1 adalah sebagai berikut:

Prinsip perencanaan balok induk SNI 2847:2013 pasal 21.5.1.1 adalah sebagai berikut:

- a. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur, P_u , tidak boleh melebihi $\frac{A_g \times f'_c}{10}$
- b. Bentang bersih untuk komponen struktur, L_n , tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.
- c. Lebar komponen b_w , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari 0,3h dan 250 mm.

Perhitungan Tulangan Pokok

Tahapan perhitungan tulangan balok induk adalah sebagai berikut:

- a. Tinggi efektif balok

$$d = h - d'$$

$$= h - t_s - d_s - \frac{1}{2} D_{tul.}$$

- b. Luas tulangan tarik tidak boleh kurang dari (SNI 2847:2013 pasal 10.5.1) :

$$A_{S_{min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4f_y} \times b_w \times d$$

Dan tidak boleh lebih kecil dari (SNI 2847:2013 pasal 10.5.1):

$$A_{S_{min}} = \frac{1,4}{f_y} \times b_w \times d$$

- c. Rasio tulangan harus memenuhi $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$, (SNI 2847:2013)

dimana :

$$\rho_{balance} = \frac{0,85 \times \beta \times f'_c}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \times \rho_{balance}$$

Atau,

$$\rho_{maks} = 0,025 \text{ (SNI 2847:2013 pasal 21.5.2)}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$m = \left(\frac{f_y}{0,85 \times f'_c} \right)$$

Langkah-langkah perencanaan tulangan balok seperti berikut:

- ✓ Momen lentur nominal (Mn)

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

- ✓ Rasio tulangan

$$R_n = \left(\frac{M_n}{b \times d^2} \right)$$

$$m = \left(\frac{f_y}{0,85 \times f'_c} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right]$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$$

$$A_{S_{perlu}} = \rho \times b \times d$$

- d. Jumlah tulangan

$$n = \frac{A_{S_{perlu}}}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2}$$

- e. Kontrol

- ✓ Jarak spasi ulangan pakai

$$S_{maks} = \frac{b - (2 \times t_{deking}) \times (2 \times \phi_{geser}) \times (n \times D_{lentur})}{n - 1}$$

Syarat :

$$S_{maks} \geq 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{maks} \leq 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

- ✓ Momen nominal penampang

Kesetimbangan gaya internal

$$C_c = 0,85 \times f'_c \times a \times b$$

$$T_s = A_s \times f_y$$

Sehingga $C_c = T_s$

$$0,85 \times f'_c \times a \times b = A_s \times f_y$$

$$a = \frac{A_{s_{terpasang}} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

Kapasitas momen (ϕM_n)

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Syarat :

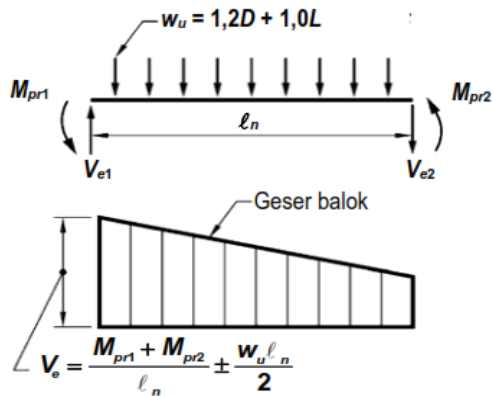
$$M_n \text{ pasang} \geq M_n \text{ perlu}$$

Perhitungan Penulangan Geser

Tulangan geser/sengkan daerah tumpuan pada balok induk harus tetap berperilaku elastis pada saat terjadi sendi plastis maka harus diperhitungkan gaya lintang tambahan berdasarkan tulangan nominal balok terpasang, sehingga

penulangan geser/sengkok didaerah tumpuan balok induk dihitung berdasarkan gaya lintang:

$$V_e = \left(\frac{1}{2} \times q \times L \right) + \left(\frac{M_{pr\text{kin}} + M_{pr\text{kanan}}}{l_n} \right)$$



Gambar 1. Geser Desain untuk Balok
Sumber : SNI 2847:2013

Tahapan perencanaan tulangan geser sebagai berikut:

1. Momen primer (M_{pr})

Desain kapasitas (*Capacity Design*) untuk menjamin bahwa struktur tidak runtuh pada gempa kuat. Momen kapasitas dari sendi plastis atau yang disebut dengan “*the probable flexural strength*” M_{pr} , adalah momen nominal berdasarkan tulangan yang terpasang. Dalam menghitung M_{pr} didasarkan pada tegangan tarik $f_s = 1,25 f_y$, dimana nilai f_y adalah kuat leleh yang disyaratkan dengan faktor reduksi $\phi = 1$. Kedua momen harus diperhitungkan untuk 2 arah, yaitu searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam.

$$M_{pr} = 1,25 \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a_{pr}}{2} \right),$$

dimana

$$a_{pr} = \frac{1,25 \times A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times d}$$

2. Menentukan gaya geser desain

$$V_{eb} = \max(V_{eb1}, V_{eb2}) \geq V_u$$

$$V_{eb1} = \left(\frac{M_{pr1}^- + M_{prJ}^+}{l_n} \right) + \left(\frac{1}{2} \times w_u \times L \right)$$

$$V_{eb2} = \left(\frac{M_{pr1}^+ + M_{prJ}^-}{l_n} \right) + \left(\frac{1}{2} \times w_u \times L \right)$$

3. Kuat geser beton V_c

Di daerah sendi plastis : $V_c = 0$ bilamana :

$$V_{eb1} = \left(\frac{M_{pr1}^- + M_{prJ}^+}{l_n} \right) \geq 0,5 V_u$$

atau

$$V_{eb2} = \left(\frac{M_{pr1}^+ + M_{prJ}^-}{l_n} \right) \geq 0,5 V_u$$

dan

$$P_u < \frac{A_g \times f'_c}{10}$$

Di luar sendi plastis atau bilamana kondisi diatas tidak terpenuhi:

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

4. Menentukan tulangan geser yang diperlukan

Di daerah sendi plastis (luas/unit panjang):

$$A_v = \frac{V_{eb}}{\phi \times f_y \times d}$$

Di luar daerah sendi plastis (luas/unit panjang):

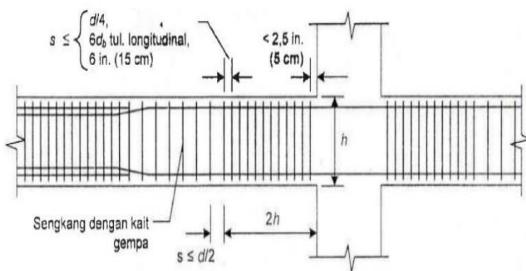
$$A_v = \frac{\frac{V_{eb}}{\phi} - V_c}{\phi \times f_y \times d}$$

5. Cek syarat tulangan geser

a. Di daerah sendi plastis harus digunakan tulangan sengkang tertutup, yaitu:

✓ Di daerah $2h$ dari muka kolom.

- ✓ Di daerah 2h pada sendi plastis ditengah bentang.
- b. Cek persyaratan tulangan transversal / geser pada daerah sendi plastis (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3.2).
 - ✓ Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu
 - ✓ Spasi sengkang tertutup tidak boleh melenihi nilai terkecil dari: $d/4$, enam kali diameter tulangan longitudinal dan 150 mm.
- c. Cek persyaratan tulangan transversal / geser diluar daerah sendi plastis (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3.4).
 - ✓ $d/2$



Gambar 2. Penyaluran Tulangan Transversal

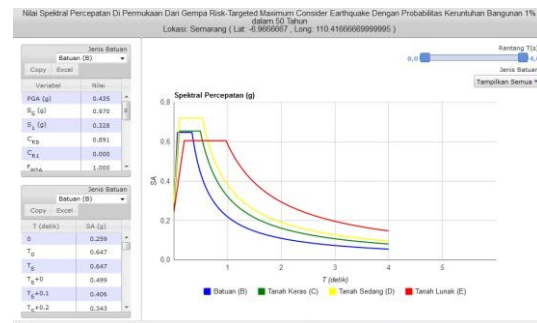
Batasan Spasi Tulangan

Batasan spasi tulangan yang diizinkan adalah sebagai berikut: 1) Jarak bersih antara tulangan sejajar dalam lapis yang sama, tidak boleh kurang dari db ataupun 25 mm. 2) Bila tulangan sejajar tersebut diletakkan dalam dua lapis atau lebih, tulangan pada lapis atas harus diletakkan tepat di atas tulangan di bawahnya dengan spasi bersih antar lapis tidak boleh kurang dari 25 mm.

Respon Spectra

Untuk menentukan pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung,

masing-masing Wilayah Gempa ditetapkan Spektrum Respon Gempa Rencana C-T seperti ditunjukkan dalam Gambar 3. Yang disesuaikan dengan percepatan gempa sesuai pembagian zona tahun 2019.



Gambar 3. Spektrum Respon Gempa Rencana berdasarkan Zona Peta Wilayah Gempa Kota Semarang SNI 2019

Dalam gambar tersebut S_a adalah Faktor Respon Gempa yang dinyatakan dalam percepatan gravitasi, dan T adalah waktu getar alami struktur gedung yang dinyatakan dalam detik.

Gelombang gempa merambat melalui batuan dasar di bawah permukaan tanah. Dari kedalaman batuan dasar ini gelombang gempa tersebut kemudian merambat ke permukaan tanah sambil mengalami pembesaran (amplifikasi), bergantung pada jenis lapisan tanah yang berada di atas batuan dasar tersebut. Dengan adanya pembesaran gerakan ini, maka pengaruh Gempa Rencana di permukaan tanah harus ditentukan dari hasil analisis perambatan gelombang gempa dari kedalaman batuan dasar ke permukaan tanah.

Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebagai referensi tambahan yaitu:

Febrin Anas ismail (2009) Hasil penelitian portal berbentuk L dengan variasi panjang penyaluran tulangan pada sambungan balok dan kolom tepi

sebesar 40 cm dan 20 cm dengan memberi beban horizontal dengan metode *static pushover* sebagai bentuk dari beban gempa. Dari hasil pengujian portal didapatkan besarnya pengaruh variasi penyaluran tulangan pada sambungan balok dan kolom tepi, sehingga didapatkan panjang penyaluran tulangan yang baik untuk digunakan

Hambali, Ahmad (2016) hasil perhitungan pembebanan gaya lateral gempa menggunakan SNI 03-1726-2012 memiliki selisih 15,6% dari peraturan pembebanan gempa gempa SNI 03-1726-2002, artinya pada pembebanan gaya lateral bangunan itu bertambah dari perhitungan semula, pada perancangan penulangan lentur balok menggunakan peraturan pembebanan gempa SNI 03-1726-2012 diperoleh jumlah tulangan yang lebih banyak dengan selisih 15,7% di tumpuan balok dan lebih banyak 22,7% di lapangan balok, pada perencanaan ulang untuk perhitungan perancangan penulangan geser balok di tumpuan lebih banyak 13,1% dan jumlah tulangan geser balok di lapangan lebih banyak 0,11%, untuk perencanaan analisis kolom pada penulangan lentur kolom menggunakan peraturan pembebanan gempa SNI 03-1726-2012 diperoleh jumlah penulangan kolom lebih banyak dibandingkan perencanaan sebelumnya yaitu dengan selisih 17,5%, perencanaan tulangan geser kolom mengalami pengurangan penulangan geser ditumpuan maupun lapangan dengan selisih 14,3 % dari perencanaan sebelumnya. Jadi dapat dikatakan bahwa hasil analisa penelitian ini menunjukkan banyak kenaikan dari segi tulangan.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, karena yang dianalisa adalah perbandingan SNI Gempa 1726:2012 dengan SNI Gempa 1726:2019 mengenai perbandingan

jumlah tulangan lentur dan tulangan geser.

METODE PENELITIAN

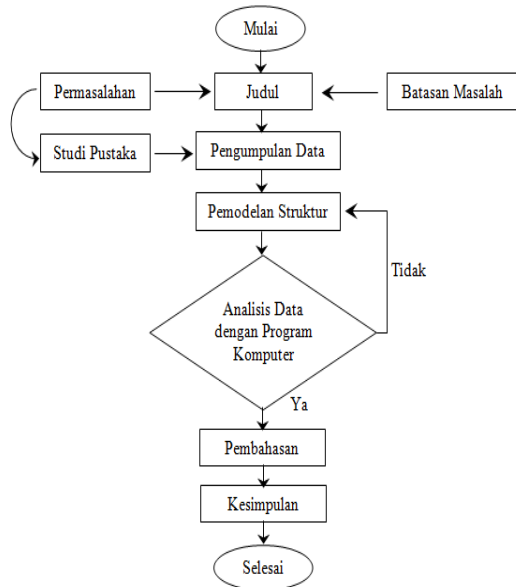
Sampel

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode simulasi komputerisasi dengan SAP 2000 versi 14 untuk mendapatkan perbandingan gaya gempa yang terjadi antara SNI Gempa 03-1726-2012 dengan SNI Gempa 03-1726-2019

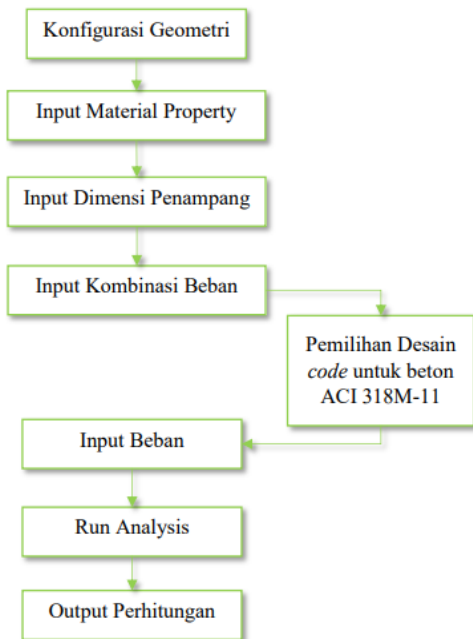
Simulasi komputerisasi ini dilakukan dengan memodelkan bentuk bangunan 3 dimensi dengan SAP 2000 versi 14 dari model bangunan gedung T USM yang nantinya akan difungsikan sebagai gedung perkuliahan, dengan kondisi pembebanan yaitu beban hidup, beban mati, beban angin, dan beban gempa.

Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Kompleksi data bangunan seperti data tanah, dimensi struktur bangunan yang sudah ada (kolom, plat, balok), fungsi layanan bangunan, data zona gempa daerah gedung tersebut. 2) Membuat dan merancang pemodelan gedung yang akan diteliti. 3) Menguji dan menganalisa dengan bantuan komputerisasi (SAP 2000 versi 14) dari dua model struktur dengan beban layanan bangunan yang akan digunakan. 4) Temuan gaya gempa dari dua model struktur bangunan baik gaya-gaya dalam maupun simpangan bangunan tersebut. 5) Membuat Simpulan dari dua model struktur bangunan tersebut dengan membandingkan hasil dari tinjauan terhadap gaya gempa yang terjadi sehingga dapat diketahui peningkatan gaya gempa yang terjadi antara SNI Gempa 03-1726-2012 dengan SNI Gempa 03-1726-2019.



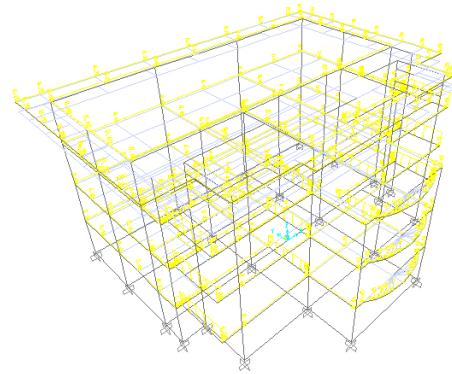
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Dengan Program SAP 2000

Desain Penelitian

Desain di modelkan sebagai metode elemen hingga, yang merupakan kumpulan elemen – elemen solid tiga dimensi yang satu sama lainnya terkoneksi dengan frame, Shell, node atau join sehingga menjadi struktur yang menyatu dan monolit sebagai model bangunan sebagai berikut:



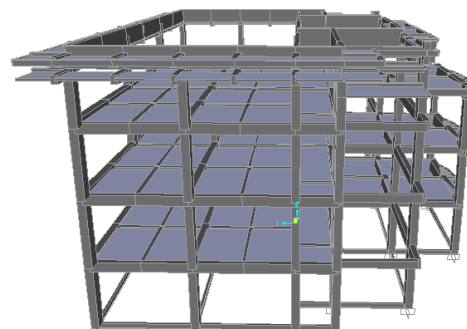
Gambar 6. Model elemen hingga

Struktur atas dimodelkan sebagai open *frame* yang dirancang sebagai sistem rangka pemikul momen. Sistem struktur ini pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap dan beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur. Pelat pada struktur gedung ini dimodelkan dengan elemen shell sehingga beban yang bekerja dalam per m². Metode tributari area untuk membagi beban pelat ke balok tidak lagi dilakukan karena telah didistribusikan elemen shell ke elemen *frame*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan

Pemodelan struktur dilakukan dengan Program SAP 2000 (*Extended Three Dimensional Analysis of Building System*). Perencanaan dengan sistem ganda. Permodelan struktur gedung 4 lantai diperuntukan untuk perkantoran, rencana permodelan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Rencana Permodelan Struktur Gedung

Peraturan dan Standar Perencanaan

Peraturan dan standar yang digunakan sebagai acuan perencanaan ini adalah: 1) SNI 1726-2012, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. 2) SNI 2847-2013, Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung. 3) SNI 1727-2013, Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. 4) Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung PPPURG 1987.

Data Struktur

Struktur gedung menggunakan bahan beton bertulang dengan mutu bahan seperti berikut: 1) Mutu beton (f_c) = 20,75Mpa. 2) Mutu besi tulangan pokok (f_y) = 400 Mpa. 3) Mutu besi tulangan geser (f_y) = 320 Mpa. 4) Angka Poisson = 0,2.

Rencana Pembebanan

Beban yang digunakan dalam perencanaan bangunan gedung dan struktur lain harus beban maksimum yang diharapkan terjadi akibat penghunian dan penggunaan bangunan gedung. Akan tetapi tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang ditetapkan dalam SNI 1727:2013 sebagai berikut: Ruang kelas 1,9 2KN/m², Koridor 4,79KN/m², Tanggah 4,79KN/m².

Analisis Struktur

Struktur *frame* 3 dimensi akan dianalisis strukturnya dengan kombinasi pembebanan untuk balok dan kolom sebagai berikut: $1.2DL + 1.6LL$

Sedangkan kombinasi pembebanan untuk perhitungan pondasi adalah sebagai berikut: $DL + LL$.

Kombinasi Pembebanan

Desain beton bertulang didasarkan pada metode kekuatan batas. Kombinasi pembebanan dan faktor reduksi beban hidup didasarkan pada peraturan Standar Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung SNI 1726: 2019

1,4D
 1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r atau R)
 1,2D + 1,6 (L_r atau R) + (L atau 0,5 W)
 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r atau R)
 1,2D + 1,0E + L
 0,9D + 1,0W
 0,9D + 1,0 E

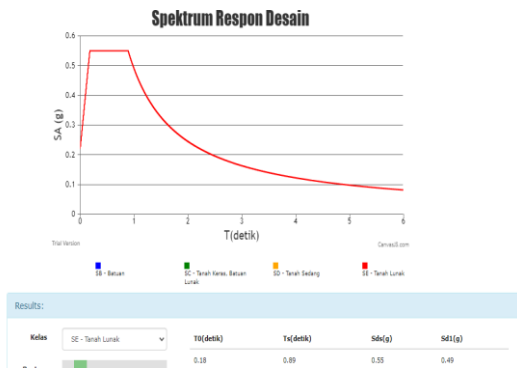
Faktor Keutamaan Bangunan

Tabel 1.

Faktor Keutamaan untuk kategori gedung perkuliahan

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Untuk menentukan pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung, masing-masing Wilayah Gempa ditetapkan Spektrum Respon Gempa Rencana C-T seperti ditunjukkan dalam Gambar 12. Yang disesuaikan dengan percepatan gempa sesuai pembagian zona tahun 2012 dan tahun 2019.



Gambar 8. Spektrum Respon Gempa Rencana berdasarkan Zona Peta wilayah kurva spectrum Gedung fakultas psikologi USM

Kategori Desain Seismik

Tabel 2.

Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 3.

Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

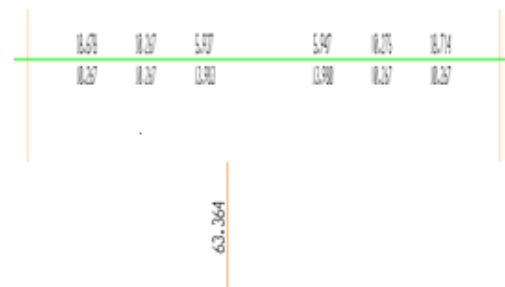
Untuk kategori risiko IV, dari Tabel 2 dan Tabel 3, didapatkan KDS gedung : D.

Untuk KDS: D, didapatkan sistem penahan gempa yang disarankan adalah **SRPMK**, karena untuk KDS D, SRPMM dan SRPMB tidak diijinkan (TI).

Hasil analisa dengan SNI gempa 2019

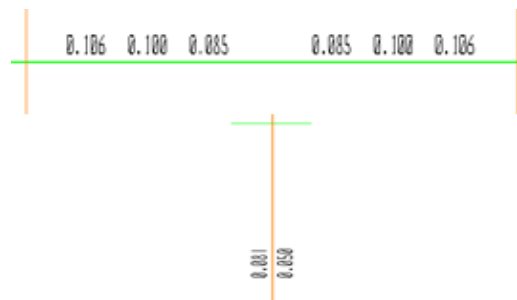
Hasil analisis simulasi dari SAP versi 14 konfigurasi 3 dimensi dari model bangunan gedung T fakultas Psikologi USM didapat tulangan longitudinal berdasar SNI gempa 2019 dengan analisa pada potongan AS B pada kolom dengan dimensi 50 x 50 cm didapat luas tulangan (as) = 63,364 cm² sedangkan pada balok dengan dimensi 40 x 80 cm pada bagian tumpuan atas didapat luas tulangan sebesar 18,74 cm², dan pada bagian tumpuan bawah didapat luas tulangan (as) = 10,267 cm², sedangkan untuk tulangan longitudinal pada bagian lapangan bawah didapat luas tulangan sebesar 13,98 cm² dan untuk bagian lapangan atas didapat luas tulangan sebesar (as) = 5,947 cm². Untuk

luas tulangan hasil analisa perhitungan tulangan longitudinal dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Kebutuhan tulangan longitudinal Kolom dan Balok AS –B SNI 2019

Dari analisis SAP versi 14 konfigurasi 3 dimensi dari model bangunan gedung T fakultas Psikologi USM didapat tulangan geser berdasar SNI gempa 2019 dengan analisa pada balok AS B pada kolom dengan dimensi 50 x 50 cm didapat luas tulangan (as) = 8,1 cm² sedangkan pada balok dengan dimensi 40 x 80 cm pada bagian tumpuan didapat luas tulangan sebesar (as) = 10,6 cm². Untuk luas tulangan hasil analisa perhitungan tulangan geser dapat dilihat pada gambar 10.

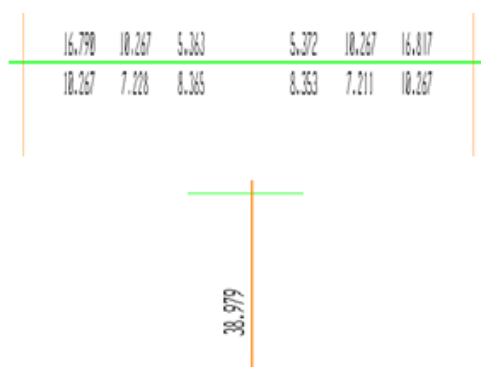


Gambar 10. Kebutuhan tulangan Geser Kolom dan Balok AS –B SNI 2019.

Hasil analisa dengan SNI gempa 2012

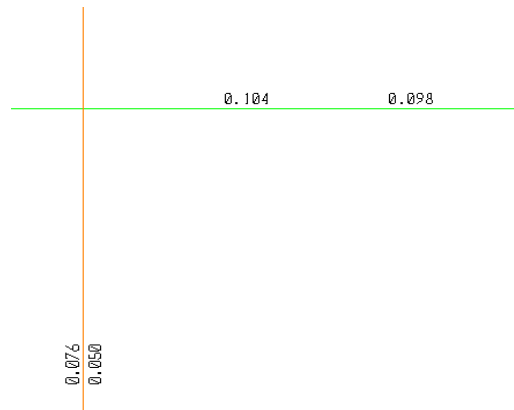
Berdasarkan Analisis SAP versi 14 konfigurasi 3 dimensi dari model bangunan gedung T fakultas Psikologi USM didapat tulangan longitudinal berdasar SNI gempa 2012 dengan analisa pada potongan AS B pada kolom dengan dimensi 50 x 50 cm didapat luas tulangan (as) = 38,979 cm² sedangkan

pada balok dengan dimensi 40 x 80 cm pada bagian tumpuan atas didapat luas tulangan sebesar (as) = 16,790 cm², dan pada bagian tumpuan bawah didapat luas tulangan (as) = 10,267 cm², sedangkan untuk tulangan longitudinal pada bagian lapangan bawah didapat luas tulangan sebesar (as) = 8,353 cm² dan untuk bagian lapangan atas didapat luas tulangan sebesar (as) = 5,372 cm². Untuk luas tulangan hasil analisa perhitungan tulangan longitudinal dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Kebutuhan tulangan Longitudinal Kolom dan Balok AS –B SNI 2012

Berdasarkan simulasi dari SAP versi 14 konfigurasi 3 dimensi dari model bangunan gedung T fakultas Psikologi USM didapat tulangan geser berdasar SNI gempa 2019 dengan analisa pada balok AS B pada kolom dengan dimensi 50 x 50 cm didapat luas tulangan (as) = 7,6 cm² sedangkan pada balok dengan dimensi 40 x 80 cm pada bagian tumpuan didapat luas tulangan sebesar (as) = 10,4 cm². Untuk luas tulangan hasil analisis perhitungan tulangan geser dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Kebutuhan tulangan Geser Kolom dan Balok AS –B SNI 2012

Hasil Perbandingan Tulangan

Setelah dilakukan perbandingan Luas tulangan yang dianalisa berdasarkan SNI gempa 2019 maka jumlah tulangan longitudinal balok dengan dimensi 40 x 80 cm dengan menggunakan tulangan Ulir diameter 22 (D 22) dengan luas tulangan (as) = 3,79 cm² didapat jumlah tulangan tumpuan atas 5D22 dan untuk tulangan tumpuan bawah didapat jumlah 3D22 dengan tulangan peminggang sebesar 2D16, pada tulangan longitudinal lapangan bawah didapat jumlah tulangan 4D22 serta untuk tulangan lapangan bagian atas didapat jumlah 2D22. Analisa tulangan geser dengan balok dimensi 40 x 80 dengan menggunakan tulangan polos dengan diameter 12 (D12) dengan luas tulangan 1,13 cm² maka didapat jarak tulangan pada bagian tumpuan sebesar D12 -100 mm dan untuk tulangan geser pada bagian lapangan didapat jarak sebesar D12 -150 mm.

Sedangkan ditinjau berdasarkan luas tulangan yang dianalisa berdasarkan SNI gempa 2012 maka jumlah tulangan longitudinal balok dengan dimensi 40 x80 cm dengan menggunakan tulangan Ulir diameter 22 (D 22) dengan luas tulangan (as) = 3,79 cm² didapat jumlah tulangan tumpuan atas 5D22 dan untuk tulangan tumpuan bawah didapat jumlah 3D22 dengan tulangan peminggang

sebesar 2D16, pada tulangan longitudinal lapangan bawah didapat jumlah tulangan 3D22 serta untuk tulangan lapangan bagian atas didapat jumlah 2D22. Analisa tulangan geser dengan balok dimensi 40 x 80 dengan menggunakan tulangan polos dengan diameter 12 (D12) dengan luas tulangan $1,13 \text{ cm}^2$ maka didapat jarak tulangan pada bagian tumpuan sebesar D12 -125 mm dan untuk tulangan geser pada bagian lapangan didapat jarak sebesar D12 -150 mm.

Berdasarkan luas tulangan yang dianalisa berdasarkan SNI gempa 2019 maka jumlah tulangan longitudinal kolom dengan dimensi 50 x 50 cm dengan menggunakan tulangan Ulir diameter 22 (D 22) dengan luas tulangan (as) = $3,79 \text{ cm}^2$ didapat jumlah tulangan tumpuan dan lapangan 18D22. Analisa tulangan geser dengan kolom dimensi 50 x 50 dengan menggunakan tulangan polos dengan diameter 12 (D12) dengan luas tulangan (as) = $1,13 \text{ cm}^2$ maka didapat jarak tulangan pada bagian tumpuan sebesar D12 -125 mm dan untuk tulangan geser pada bagian lapangan didapat jarak sebesar D12 -150 mm.

Sedangkan berdasarkan luas tulangan yang dianalisis berdasarkan SNI gempa 2012 maka jumlah tulangan longitudinal kolom dengan dimensi 50 x 50 cm dengan menggunakan tulangan Ulir diameter 22 (D 22) dengan luas tulangan (as) = $3,79 \text{ cm}^2$ didapat jumlah tulangan tumpuan dan lapangan 12D22. Analisa tulangan geser dengan kolom dimensi 50 x 50 dengan menggunakan tulangan polos dengan diameter 12 (D12) dengan luas tulangan (as) = $1,13 \text{ cm}^2$ maka didapat jarak tulangan pada bagian tumpuan sebesar D12 -140 mm dan untuk tulangan geser pada bagian lapangan didapat jarak sebesar D12 -150 mm.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil analisa terhadap gedung T fakultas Psikologi memberikan hasil sebagai berikut :

1. Pada bangunan gedung perkuliahan fakultas psikologi USM pada gedung T dengan membandingkan antara SNI 03-1726-2012 dengan SNI 03-1726-2019 pada kolom kebutuhan tulangan longitudinal mengalami kenaikan sebesar 7 % yaitu pada perhitungan dengan SNI gempa 2012 dihasilkan jumlah tulangan 12 buah dengan diameter Ulir 22 sedangkan pada perhitungan dengan SNI gempa 2019 dihasilkan jumlah tulangan 13 buah dengan diameter ulir 22 sehingga ada penambahan tulangan sebesar 1 buah tulangan dengan diameter ulir 22, dan dilihat dari tulangan geser mengalami kenaikan 12 % yaitu pada perhitungan dengan SNI gempa 2012 dihasilkan jarak sengkang pada tumpuan memakai diameter ulir 12 – 140 mm, sedangkan dengan perhitungan menggunakan SNI gempa 2019 dihasilkan jarak sengkang pada tumpuan diameter ulir 12 – 125 mm, sehingga ada selisih jarak sebesar 15 mm.
2. Untuk perbandingan balok antara SNI 03-1726-2012 dengan SNI 03-1726-2019 kebutuhan tulangan longitudinal mengalami kenaikan pada tulangan lapangan sebesar 33 % yaitu pada perhitungan dengan SNI gempa 2012 dihasilkan jumlah tulangan lapangan 3 buah dengan diameter Ulir 22 sedangkan pada perhitungan dengan SNI gempa 2019 dihasilkan jumlah tulangan 4

buah dengan diameter Ulir 22 sehingga ada penambahan tulangan sebesar 1 buah tulangan dengan diameter Ulir 22, dan tulangan geser mengalami kenaikan 40 % yaitu pada perhitungan dengan SNI gempa 2012 dihasilkan jarak sengkang pada tumpuan memakai diameter D12 – 100 mm, sedangkan dengan perhitungan menggunakan SNI gempa 2019 dihasilkan jarak sengkang pada tumpuan diameter D12 – 125 mm, sehingga ada selisih jarak sebesar 25 mm.

3. Hasil penelitian menunjukkan gaya geser cenderung meningkat sampai dengan 20% -40% sehingga perlu adanya evaluasi dan kajian ulang terhadap bangunan – bangunan gedung yang didesain menggunakan peraturan gempa sebelum SNI 03-1726-2019.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standar Nasional. (2002). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. SNI-03-2847-2002. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standar Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. SNI 1726:2012. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standar Nasional. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-3847-2002. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standar Nasional. (2002). *Baja Tulangan Beton*. SNI 07-2042-2002. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.

Widodo. (2012). *Ahli geologi dari Pusat Studi Kebumihan, Bencana, dan Perubahan Iklim (PSKBPI)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Schodek, Daniel L. (1999). *Struktur Edisi kedua*. Jakarta: Erlangga.

Hambali, Achmad (2016). *Perbandingan Perencanaan struktur Tahan Gempa berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 1726:2012 (Studi kasus apartemen malioboro City Yogyakarta)*. Yogyakarta: Universitas muhamadiyah Yogyakarta.

Ismail, Febrin Anas. (2009). *Studi Pengaruh Gempa Terhadap Variasi Panjang Tulangan Penyaluran Pada Sambungan Balok Dan Kolom Tepi*. Jurnal Rekayasa Sipil. Volume 5 No. 1, Februari 2009. Padang: Universitas Andalas.