

Analisis Balok dan Kolom Struktur Beton (Studi kasus café di Jl. Manunggal, Desa Gedongombo, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban)

Dandy Nugroho¹, Akhmad Andi Saputra², Dedi Agung Cahyono³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

Email: [1dandynugroho@gmail.com](mailto:dandynugroho@gmail.com), [2patih.aas.25@gmail.com](mailto:patih.aas.25@gmail.com), [3dediagung96@gmail.com](mailto:dediagung96@gmail.com)

Abstract

Structural design is an important element in the construction of a building in order to produce a strong, safe and economical building. Overall, the building structure consists of two parts, namely the upper structure (in the form of floors, beams, columns, walls and roofs) and the lower structure (in the form of foundations and sloof beams). Columns and beams are the structure of the building frame, therefore it is very important, so that dimensions and use of reinforcement that are safe and economical must be planned. Changing the function of an office building into a café building needs to recalculate the beam and column structure. In the load regulation, the live load value of café buildings is greater than that of office buildings, so it is necessary to recalculate the dimensions of the beam and column structures so that they are able to withstand the existing loads in the café building. This study analyzes the beams and columns of concrete structures using a load-bearing frame system with tools from the STAADPro program according to SNI-2847-2013 regarding structural concrete requirements for buildings. The conclusion of this research is that the beam section uses a size of 300 x200mm and the column section uses a size of 300 x 300mm. Column section uses 8 Ø12 bending reinforcement, the support beam uses 2 Ø12 upper reinforcement 3 Ø12 lower reinforcement, field beam uses 7 Ø12 upper reinforcement 4 Ø12.

Keywords: Analysis, Beams, Columns, Concrete, Structure.

1. Pendahuluan

Perancangan struktur merupakan unsur yang penting pada pembangunan suatu gedung agar dapat menghasilkan gedung yang kuat, aman dan ekonomis. Secara keseluruhan struktur bangunan gedung terdiri dari dua bagian yaitu struktur bagian atas (berupa lantai, balok, kolom, dinding dan atap) dan struktur bagian bawah (berupa pondasi dan balok sloof). Kolom dan balok merupakan struktur kerangka bangunan yang sangat penting sehingga harus direncanakan dimensi dan pemakaian tulangan sehingga aman dan ekonomis.

Perkembangan teknologi konstruksi di Indonesia ditandai dengan tumbuh dan berkembangnya gedung bertingkat tinggi. Hal ini menuntut para praktisi di bidang properti untuk memiliki ketrampilan yang memadai dalam hal perencanaan gedung bertingkat tinggi. Oleh karena itu perencanaan yang tepat dalam sebuah bangunan merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan oleh para praktisi. Keamanan merupakan faktor utama yang harus diperhatikan dalam perencanaan suatu gedung bertingkat tinggi. Gaya lateral maupun aksial harus diperhitungkan agar struktur memiliki ketahanan terhadap gaya-gaya tersebut. Dalam perencanaan suatu gedung, analisis terhadap gaya-gaya dalam struktur diperlukan untuk memperkirakan reaksi yang akan ditimbulkan apabila suatu struktur bangunan dikenai gaya tersebut. Peneliti menggunakan program STAADPro untuk membantu dalam menghitung gaya-gaya yang terjadi di dalam struktur.

Bangunan yang terletak pada Jl. Manunggal, Desa Gedongombo, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban mengalami perubahan fungsi bangunan, dari gedung perkantoran menjadi café. Hal ini memerlukan perhitungan kembali struktur balok dan kolom agar aman terhadap perubahan fungsi tersebut. Pada peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung bahwa nilai beban hidup bangunan café lebih besar dibandingkan dengan bangunan gedung perkantoran, sehingga perlu perhitungan kembali dimensi struktur balok dan kolom agar mampu menahan beban yang ada pada bangunan cafe.

Struktur suatu bangunan bertingkat harus mampu mendukung berat sendiri, gaya angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut SNI 1727 2013. Beban-beban tersebut adalah[1]:

a. Beban Mati (q_d)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian–penyelesaian, mesin–mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu[2]. Untuk merencanakan gedung ini, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung adalah:

1) Bahan bangunan:

- a) Beton bertulang = 2.400 kg/m^3
- b) Beton biasa = 2.200 kg/m^3

2) Komponen gedung:

- a) Dinding pasangan batu merah setengah bata = 250 kg/m^3
- b) Langit–langit dan dinding (termasuk rusuk–rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari:
 - semen asbes (eternit) dengan tebal maximum $4 \text{ mm} = 11 \text{ kg/m}^2$
 - kaca dengan tebal $3-4 \text{ mm} = 10 \text{ kg/m}^2$
- c) Penutup lantai dari tegel, keramik dan beton (tanpa adukan) per cm tebal = 24 kg/m^2
- d) Adukan semen per cm tebal = 21 kg/m^2

b. Beban Hidup (q_l)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau pengguna suatu gedung, termasuk beban–beban pada 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[2]. Khususnya pada atap, beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan. Beban hidup yang bekerja pada bangunan ini disesuaikan dengan rencana fungsi bangunan tersebut. Berhubung peluang untuk terjadi beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua unsur struktur pemikul secara serempak selama unsur gedung tersebut adalah sangat kecil, maka pada perencanaan balok induk dan portal dari sistem pemikul beban dari suatu struktur gedung, beban hidupnya dikalikan dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya tergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau.

Tabel 1. Koefisien reduksi beban hidup[2]

| Penggunaan Gedung | Koefisien Beban Hidup untuk Perencanaan Balok Induk |
|--|---|
| - Perumahan: Rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit. | 0,75 |
| - Pendidikan: Sekolah, ruang kuliah. | 0,90 |
| - Pertemuan Umum: Masjid, gereja, bioskop, Restoran ,ruang pagelaran. | 0,90 |
| - Kantor: Kantor, bank. | 0,60 |
| - Perdagangan: Toko, toserba, pasar. | 0,80 |
| - Penyimpanan: Gudang, perpustakaan, ruang arsip. | 0,80 |
| - Industri: Pabrik, bengkel. | 1,00 |

c. Beban Angin (W)

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara (kg/m^2)[2].Beban Angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (hisapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan negatif yang dinyatakan dalam kg/m^2 ini ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup dengan koefisien–koefisien angin. Tekan tiup harus diambil minimum 25 kg/m^2 , kecuali

untuk daerah di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai. Pada daerah tersebut, tekanan hisap diambil minimum 40 kg/m². Sedangkan koefisien angin (+ berarti tekanan dan – berarti hisapan), untuk gedung tertutup:

- 1) Dinding vertikal
 - a) Di pihak angin = + 0,9
 - b) Di belakang angin = - 0,4
- 2) Atap segitiga dengan sudut kemiringan α
 - a) Di pihak angin: $\alpha < 65^\circ = 0,02 \alpha - 0,4$
 $65^\circ < \alpha < 90^\circ = + 0,9$
 - b) Di belakang angin, untuk semua $\alpha = - 0,4$

2. Metode

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif deskriptif yaitu dengan cara mencari informasi tentang gejala yang ada, didefinisikan dengan jelas tujuan yang akan dicapai, merencanakan cara pendekatannya, mengumpulkan data sebagai bahan untuk membuat laporan.

a. Data

1) Data primer

Data primer ini merupakan data yang didapatkan langsung oleh peneliti dari lokasi penelitian, data tersebut berupa:

- Luas bangunan yang direncanakan, dalam perencanaan pembangunan cafe 2 lantai di Kecamatan Semanding Tuban ini adalah 10 m x 15,5 m.
- Luas tanah yang akan direncanakan pembangunan adalah 271 m².

2) Data sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat peneliti dari pemilik cafe melalui tim perencanaan pembangunan cafe.

b. Tahap penyelesaian perhitungan[3]

1) Analisa struktur

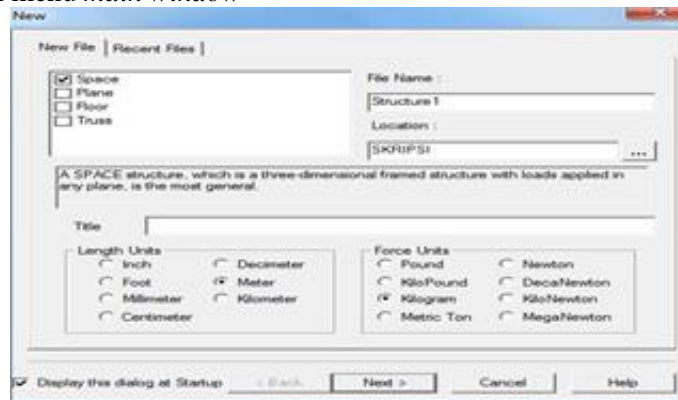
Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam analisa struktur adalah sebagai berikut:

- a) Pengumpulan data teknis.
- b) Perhitungan dimensi balok, dalam tahapan ini dimensi balok dihitung berdasarkan bentang balok dan jenis tumpuan yang dipakai.
- c) Perhitungan balok.
- d) Perhitungan kolom.
- e) Perhitungan beban gempa.

2) Analisa dengan program STAAD Pro

Setelah dimensi balok didapat, maka dilakukan analisis struktur dengan bantuan program STAAD Pro, dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Menyiapkan menu *main window*

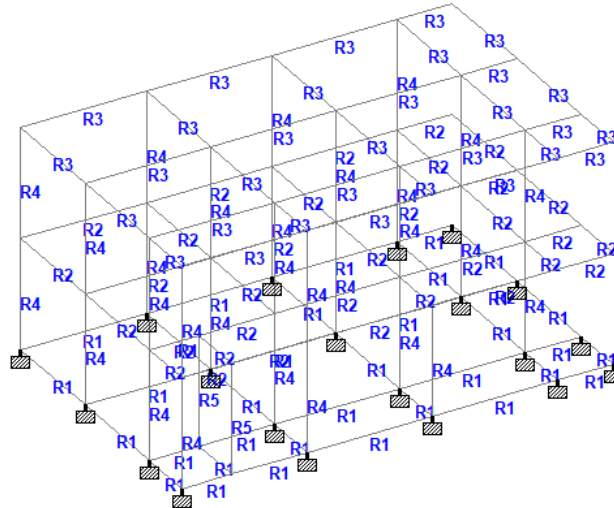


Gambar 1. Menu *main window*

b) *Input data*

Dalam tahapan ini data-data yang akan dipakai adalah:

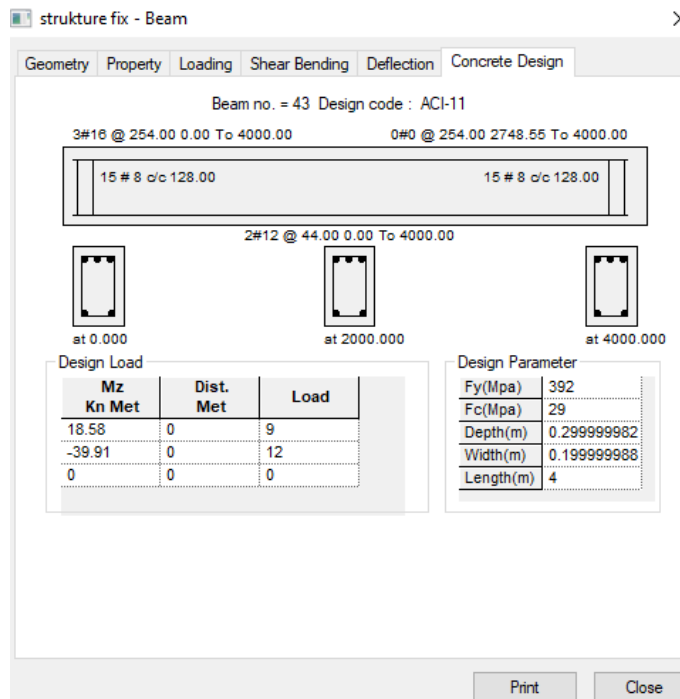
- *Property* batang, yaitu dimensi balok dan kolom.
- Menentukan jenis tumpuan.
- Menentukan pembebanan.
- Menyiapkan perintah analisa struktur.
- Desain struktur beton.



Gambar 2. Hasil akhir *input data property* batang

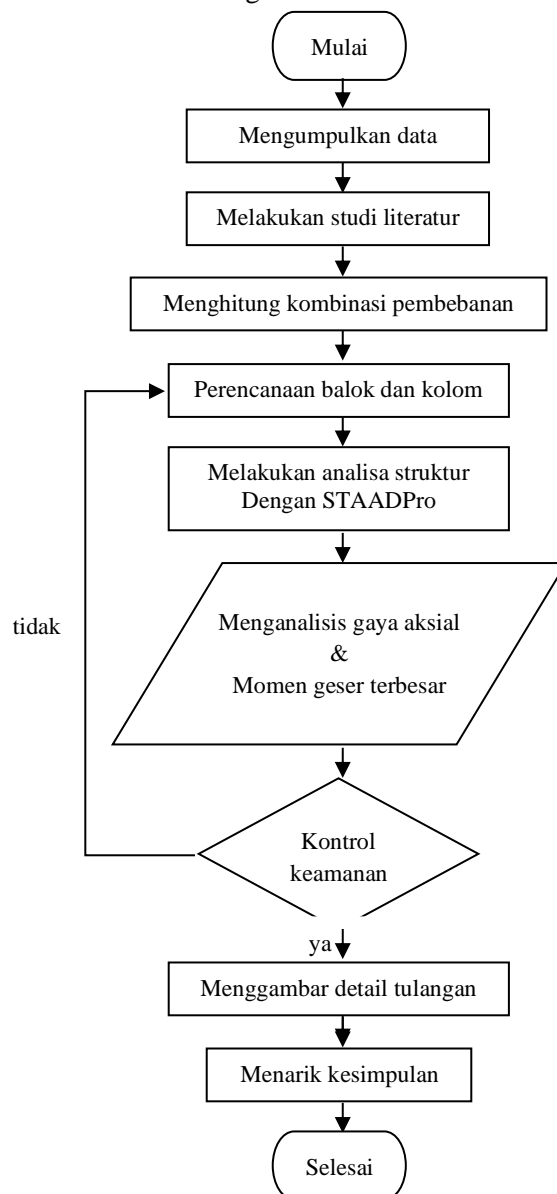
c) *Output data*

Setelah *input* data selesai, maka program dirunning dan didapat hasil berupa gambar pembesian balok dan kolom.



Gambar 3. Contoh pembesian balok hasil STAAD Pro

Diagram alir penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram alir penelitian

Lokasi penelitian ini adalah café di Jl. Manunggal, Gedongombo, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan mulai bulan Oktober 2019 sampai bulan Desember 2019.



Gambar 5. Lokasi penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pembebanan Struktur

- 1) Beban atap

| | | |
|--|---|-----------|
| (DL) Plat | = | 37.200 kg |
| (DL) Balok 0,2 x 0,3 | = | 13.752 kg |
| (DL) Kolom 0,3 x 0,3 | = | 6.480 kg |
| (LL) Pekerja | = | 15.500 kg |
| (W ₂) Total +(0,5 x pekerja) | = | 65.182 kg |
- 2) Beban Lantai 2

| | | |
|--|---|------------|
| (DL) Plat | = | 44.640 kg |
| (DL) Balok 0,2 x 0,3 | = | 13.464 kg |
| (DL) Kolom 0,3 x 0,3 | = | 12.960 kg |
| (DL) Batu bata | = | 25.500 kg |
| (LL) Guna lantai | = | 38.750 kg |
| (W ₁) Total +(0,5 x guna lantai) | = | 115.939 kg |
| W _{total} = W ₂ + W ₁ | = | 181.121 kg |
| Tinggi bangunan | = | 8 m |

Pembebanan Gempa

- 1) Beban gempa statistik ekuivalen [4]
 - a) Kategori resiko struktur bangunan
Kegunaan: I
Faktor keutamaan gempa (I_e): 1
 - b) Parameter percepatan gempa berdasarkan data peta gempa.

| | | |
|----------------|---|--------|
| S _s | = | 0,695g |
| S _i | = | 0,235g |
 - c) Kelas situs
Jenis tanah: SE (tanah lunak)
 - d) Maksimum yang dipertimbangkan resiko target (MCER) Berdasarkan data gempa didapatkan data sebagai berikut:

| | | | | |
|-----------------|---|---------------------------------|---|-------|
| F _a | = | 1,310 | | |
| F _v | = | 3,060 | | |
| S _{ms} | = | F _a · S _s | = | 0,910 |
| S _{m1} | = | F _v · S _i | = | 0,719 |
| S _{ds} | = | 2/3 · S _{ms} | = | 0,607 |
| S _{d1} | = | 2/3 · S _{m1} | = | 0,479 |
 - e) Menentukan spektra respons percepatan desain (S_d)

(Studi kasus café di Jl. Manunggal, Desa Gedongombo, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban)

- Sds = 0,607
- Sd1 = 0,479
- Periode getar fundamental struktur (T)
- T₀ = 0,2. (Sd1 / Sds) = 0,158 detik
- Ts = 0,790 detik
- Sa = 0,2. Sd1 / T₀ = 0,607 detik

f) Kategori dasar seismik (KDS)

g) Sistem struktur dan parameter sistem

R = 8

Ω₀ = 3

Cd = 5,5

Wt = 0,5

Pasal 7.3.4.1. KDS (B atau C), Pasal 7.3.4.2 KDS (D, E atau F).

ρ = 1,3

g = 9,81

Scale factor = (g. 1000. Ie)/R
 = (9,81. 1000. 1)/ 8
 = 1.226,25 mm/s
 = 1,226 m/s

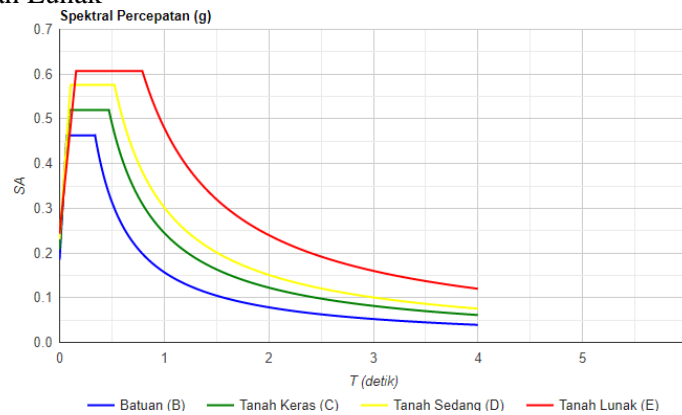
2) Beban gempa respon spektrum

Berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 12.6.3.3 [4], analisis spektrum respons ini menandakan gaya gempa yang terjadi sebagai berikut :

Data percepatan tanah pada batuan dasar

Lokasi: Gedongombo Tuban, Jawa Timur

Jenis batuan: Tanah Lunak



Gambar 6. Spektrum percepatan gempa

Periode fundamental

Ct = 0,0466

X = 0,9

T min = 0,303 detik

Cu = 1,4

T max = 0,424 detik

Kontrol T min < Tc < T max

nilai Tc diambil 0,424 detik

Geser dasar seismik

Cs hitung = 0,075871

Cs max = 0,141356

Cs min = 0,026707

Kontrol $C_s \min < C_s < C_s \max$
 Maka digunakan $C_s = 0,076$

Sehingga gaya geser dasar seismik:
 $V = 13.742 \text{ kg}$

Gaya lateral ekuivalen
 karena nilai $T = 0,424 \text{ detik}$
 Maka, $k = 0,961965$

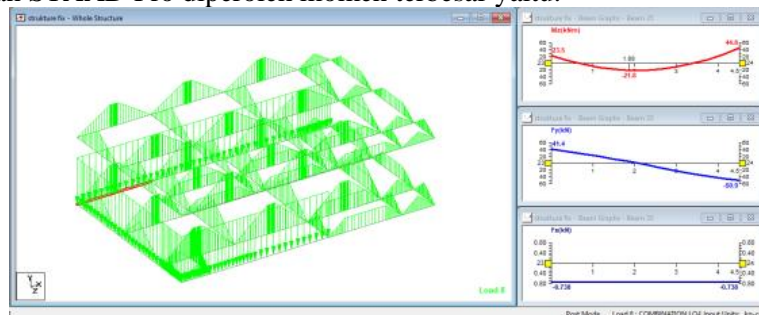
PenulanganBalok

Data perencanaan:

- $h = 300 \text{ mm}$
- $b = 200 \text{ mm}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- $f'_c = 30 \text{ MPa}$
- $\phi_t = 12 \text{ mm}$
- $\phi_s = 8 \text{ mm}$
- $\beta_1 = 0,85$
- $\epsilon_c = 0,003$
- $E_s = 200000$

Tinggi efektif balok (d) = $h - 30 \text{ mm}$
 = $300 - 30 \text{ mm}$
 = 270 mm

- 1) Penulangan balok daerah lapangan[5]
 Dari Perhitungan STAAD Pro diperoleh momen terbesar yaitu:



Gambar 7. Balok no. 35 menanggung beban terbesar

$M_u = 2.223 \text{ kgm}$ (didapat dari STAAD Pro)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \frac{\beta \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + 400}$$

$$= 0,02438438$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{2223 \cdot 100 \text{ cm}}{0,80 \cdot 20 \cdot 27^2} = \frac{222300}{14580}$$

$$= 19,059 \text{ kg/cm}^2$$

$$\omega = 0,85 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \cdot R_n}{f'_c}} \right)$$

(Studi kasus café di Jl. Manunggal, Desa Gedongombo, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban)

$$=0,85 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \cdot 19,059}{30}} \right)$$

$$=0,066100562$$

$$\rho = \omega \frac{f_c'}{f_y} = 0,066 \cdot \frac{30}{4000} = 0,00496$$

Kontrol:

$$\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max} \Rightarrow \text{digunakan}$$

$$\rho_{\min} = 0,00496$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,00496 \cdot 200 \cdot 270$$

$$A_s = 267,71 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 0,5 \cdot A_s$$

$$A_s' = 0,5 \cdot 267,71 = 133,85 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan:

- Tulangan atas = 2 – Ø12 ($A_s' = 133,85 \text{ mm}^2$)
- Tulangan bawah = 3 – Ø12 ($A_s = 267,71 \text{ mm}^2$)

Perhitungan Momen Nominal Penampang (lapangan)

Asumsi awal:

-Baja tarik sudah leleh, $f_y = f_y^l$

-Baja tekan belum leleh, $f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s$

$$\epsilon_s = \epsilon \frac{c-d'}{c}$$

Kontrol: Compression = Tension

$$C_C + C_S = T$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a + A_s' \cdot \epsilon_c \frac{0,85}{a} \cdot d' = A_s \cdot f_y$$

$$(5.100 a) + (135.600 \frac{1,18a - 30}{1,18a}) = 904.000$$

$$5.100 a^2 + 45200 a - 344.7457,627 = 0$$

$$a^2 + 8,862745098 a - 675,9720837 = 0$$

$$a_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a_{1,2} = \frac{-44,314 \pm \sqrt{78,5483 + 2703,888}}{2}$$

$$a_{1,2} = \frac{-44,314 \pm \sqrt{2782,436}}{2}$$

$$a_{1,2} = \frac{-44,314 \pm 52,7488}{2}$$

$$a_1 = 21,943$$

$$a_2 = -30,8058$$

Harga a yang diambil = 21,94303069 mm

Letak garis netral

$$(c) = \frac{a}{\beta_1} = \frac{21,943}{0,85}$$

(c) = 25,8153 mm < d' = 30 mm (tulangan tekan berada dibawah garis netral)

Regangan Tulangan Tekan

$$\epsilon_s' = \epsilon_s \frac{c-d'}{c}$$

$$\epsilon_s' = 0,003 \times \frac{25,8153 - 30}{25,8153}$$

$$\epsilon_s' = - 0,0004863$$

Tegangan Tulangan Tekan

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s$$

$$f_s' = - 0,0004863 \times 200.000$$

$$f_s' = -97,2601$$

Kontrol Momen Nominal

$$M_n = C_c \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 0,85 \times 30 \times 200 \times 21,9430 \times \left(270 - \frac{21,943}{2} \right)$$

$$M_n = 111,909 \times (270 - 10,9715)$$

$$M_n = 111,909 \times 259,0285$$

$$M_n = 28.987.620,4$$

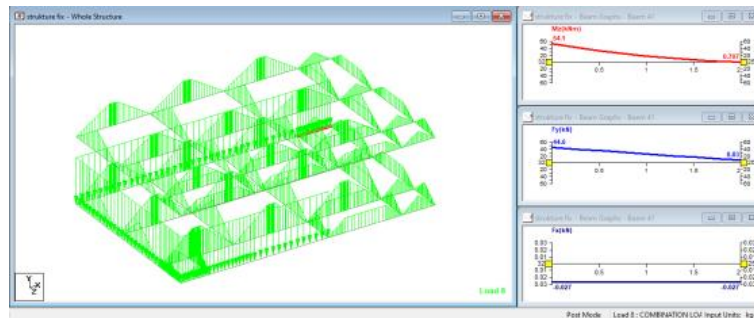
$$M_u = 0,8 \times M_n$$

$$M_u = 0,8 \times 28.987.736,9$$

$$M_u = 23.190.096 \text{ Nmm} > M_u \text{ yang diperlukan} = 22.230.000 \text{ Nmm} \dots \text{OK!!!}$$

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan STAAD Pro diperoleh momen terbesar yaitu:



Gambar 8. Balok no. 41 menanggung beban terbesar

$M_u = 5.517 \text{ kgm}$ (didapat dari STAAD Pro)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \frac{\beta \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta \cdot \frac{600}{600+f_y}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600+400}$$

$$\rho_{\max} = 0,02438438$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{5517 \cdot 100 \text{ cm}}{0,80 \cdot 20 \cdot 27^2}$$

$$R_n = \frac{551700}{11664} = 47,299 \text{ kg/cm}^2$$

$$\omega = 0,85 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \cdot R_n}{f_c'}} \right)$$

$$\omega = 0,85 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \cdot 47,299}{30}} \right)$$

$$\omega = 0,175860946$$

$$\rho = \omega \frac{f_c'}{f_y} = 0,18 \cdot \frac{30}{400} = 0,0132$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \Rightarrow \text{digunakan } \rho_{\min} = 0,0132$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,0132 \cdot 200 \cdot 270 = 713 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 0,5 \cdot A_s$$

$$A_s' = 0,5 \cdot 729 = 364,5 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan:

- Tulangan atas = 7 – D12 ($A_s = 713 \text{ mm}^2$)
- Tulangan bawah = 4 – D12 ($A_s' = 364,5 \text{ mm}^2$)

Perhitungan Momen Nominal Penampang (tumpuan)

Asumsi Awal:

Baja tarik sudah leleh, $f_y = f_y^1$

Baja tekan belum leleh, $f_s = \epsilon_s' \cdot E_s$

$$\epsilon_s = \epsilon \frac{c-d'}{c}$$

Kontrol: Compression = Tension

$$C_c + C_s = T$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a + A_s' \cdot \epsilon_s \frac{0,85}{0,85} \cdot E_s = A_s \cdot f_y$$

$$0,85 \times 30 \times 200 \times a + 452 \times 0,003 \times \frac{1,18a - 30}{1,18a} \times 200.000 = 1243 \times 400$$

$$(5.100 a) + (271.200 \frac{1,18a - 30}{1,18a}) = 497.200$$

$$5.100 a^2 + 226000 a - 6.894.915,254 = 0$$

$$a^2 + 44,3137255 a - 1351,94417 = 0$$

$$a_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a_{1,2} = \frac{-44,31 \pm \sqrt{(44,31)^2 - 4(-1351,94)}}{2}$$

$$a_{1,2} = \frac{-44,314 \pm \sqrt{1963,7063 + 5407,77}}{2}$$

$$a_{1,2} = \frac{-44,314 \pm \sqrt{7371,4823}}{2}$$

$$a_{1,2} = \frac{-44,314 \pm 85,8573}{2}$$

$$a_1 = 65,0855 \text{ mm}$$

$$a_2 = -20,772 \text{ mm}$$

Harga a yang diambil = 65,08553305 mm

Letak garis netral

$$(c) = \frac{a}{\beta_1} = \frac{65,0855}{0,85}$$

$$(c) = 76,5712 \text{ mm} < d' = 40 \text{ mm} \text{ (tulangan tekan berada di bawah garis netral)}$$

Regangan Tulangan Tekan

$$\epsilon_s' = \epsilon_s \frac{c-d'}{c}$$

$$\epsilon_s' = 0,003 \times \frac{76,5712-30}{76,5712}$$

$$\epsilon_s' = -0,00143283$$

Tegangan Tulangan Tekan

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = -0,00143 \times 200.000$$

$$f_s' = -286,5663$$

Kontrol Momen Nominal

$$M_n = C_c \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 0,85 \cdot 30 \cdot 200 \cdot 65,0855 \cdot \left(270 - \frac{65,0855}{2} \right)$$

$$M_n = 331.936,05 \times (270 - 32,54277)$$

$$M_n = 331.936,05 \times 238,5428$$

$$M_n = 78.820.656,15$$

$$M_u = 0,8 \times M_n$$

$$M_u = 0,8 \times 78.820.656,15$$

$$M_u = 63.056.524,92 \text{ Nmm} > M_u \text{ yang diperlukan} = 55.170.000 \text{ Nmm} \dots \text{OK}$$

Penulangan Kolom

Data perencanaan:

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$\phi_t = 12 \text{ mm}$$

$$\phi_s = 8 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

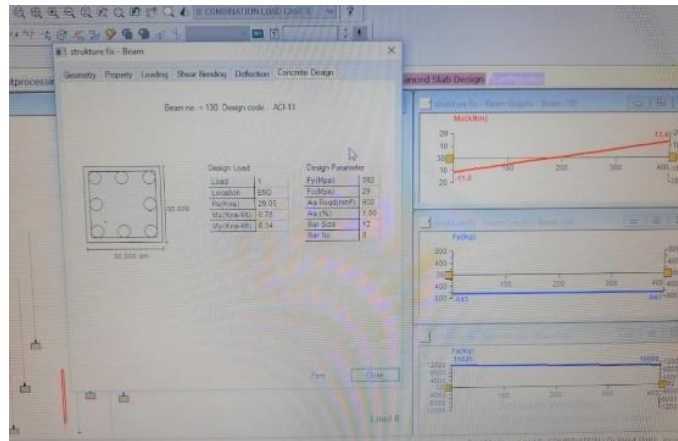
$$d = h - 40 \text{ mm}$$

$$= 300 - 40 = 260 \text{ mm}$$

Tulangan Lentur Kolom

Dari Perhitungan STAAD Pro didapat:

Analisis Balok dan Kolom Struktur Beton
(Studi kasus café di Jl. Manunggal, Desa Gedongombo, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban)



Gambar 9. Kolom no. 130 menanggung beban terbesar

$$P_u = 643.025,3 \text{ N}$$

$$M_u = 13.400.000 \text{ Nmm (didapat dari STAAD Pro)}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{13400000}{643025,3} = 20,84 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = 0,1 \cdot h = 0,1 \cdot 300 = 30 \text{ mm}$$

$$C_b = \frac{600}{600+f_y} \cdot d = \frac{600}{600+400} \cdot 260 = 156$$

$$a_b = \beta_1 \cdot c_b = 0,85 \cdot 156 = 132,6$$

$$P_{nb} = 0,85 \cdot f_c \cdot a_b \cdot b$$

$$P_{nb} = 0,85 \cdot 30 \cdot 132,6 \cdot 300$$

$$P_{nb} = 10,14 \times 10^5 \text{ N}$$

$$P_n \text{ perlu} = \frac{P_{nb}}{0,65}$$

$$P_n \text{ perlu} = \frac{10,14 \times 10^5}{0,65} = 15,6 \times 10^5 \text{ N}$$

Kontrol: $P_{n \text{ perlu}} > P_{nb}$ - analisis keruntuhan tekan.

$$15,6 \times 10^5 > 10,14 \times 10^5$$

$$K_1 = \frac{e}{d-d'} + 0,5 = \frac{20,8}{260-40} + 0,5 = 0,6$$

$$K_2 = \frac{3 \times h \times e}{d^2} + 1,18$$

$$K_2 = \frac{3 \times 300 \times 20,8}{260^2} + 1,18 = 1,457$$

$$y = b \times h \times f_c$$

$$y = 300 \times 300 \times 30 = 2,7 \times 10^6 \text{ N}$$

$$A_s' = \frac{1}{f_y} \left(K_1 \cdot P_n \text{ perlu} - \frac{K_2}{K_2} \cdot y \right)$$

$$A_s' = \frac{1}{400} \left(0,51 \cdot 15,6 \times 10^5 - \frac{0,6}{1,457} \cdot 2,7 \times 10^6 \right)$$

$$A_s' = -790,684 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = 1\% A_g$$

$$A_{st} = 0,01 \cdot 300 \cdot 300 = 900 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = A_s' + A_s, \text{ dimana } A_{st} > A_s'$$

$$A_s' = \frac{A_{st}}{2} = \frac{900}{2} = 450 \text{ mm}^2$$

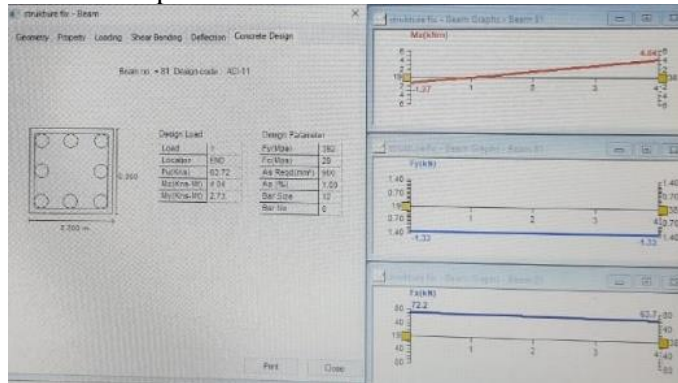
$$As_{ada} = 8 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2$$

$$As_{ada} = 904,32 \text{ mm}^2 > 900 \text{ mm}^2 \quad \text{Ok!!!}$$

Jadi dipakai tulangan 8 Ø12

Tulangan Geser Kolom

Dari Perhitungan STAAD Pro didapat:



Gambar 10. Kolom no. 81 gaya aksial terbesar

$$P_u = 643.025,3 \text{ N}$$

$$V_u = 115.918,74 \text{ N}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{P_u}{14 \cdot A_g} \right) \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b \cdot d$$

$$V_c = \left(1 + \frac{643025,3}{14 \cdot 300 \cdot 300} \right) \frac{\sqrt{30}}{6} \cdot 300 \cdot 260 = 10,75 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot V_c$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 10,75 \cdot 10^4 = 6,45 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$0,5 \phi V_c = 3,23 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$V_u < 0,5 \phi V_c =$ tidak diperlukan tulangan geser.

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{260}{2} = 130 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan Ø8 – 130 mm

Tabulasi Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian tersebut meliputi:

| Tabel 2. Tabulasi hasil penelitian | | |
|------------------------------------|-----------------|------------|
| No | Analisis | Hasil |
| 1 | Dimensi | |
| | - Kolom | 30 x 30 cm |
| | - Balok | 30 x 20 cm |
| 2 | Penulangan | |
| | - Kolom | |
| | a. Lentur | 8 Ø12 |
| | - Balok | |
| | a. Tumpuan | |
| | -Tulangan atas | 2 Ø12 |
| | -Tulangan Bawah | 3 Ø12 |
| | b. Lapangan | |
| -Tulangan atas | 7 Ø12 | |
| -Tulangan Bawah | 4 Ø12 | |

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Dimensi penampang balok adalah 300 x 200 mm dan dimensi penampang kolom adalah 300 x 300 mm.
- Kolom menggunakan tulangan lentur 8 Ø12, balok tumpuan menggunakan tulangan atas 2 Ø12 tulangan bawah 3 Ø12, dan balok lapangan menggunakan tulangan atas 7 Ø12 tulangan bawah 4 Ø12.

5. Referensi

- [1] B. S. J. B. Nasional, "Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727: 2013," 2013.
- [2] B. S. J. B. Nasional, Jakarta, "Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung," 1989.
- [3] D. Deshmukh *et al.*, "Analysis and Design of G+ 19 Storied Building Using Staad-Pro," vol. 6, no. 7, pp. 17-19, 2016.
- [4] B. S. J. S. Nasional, "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung," vol. 1726, p. 2012, 2012.
- [5] B. S. J. B. J. Nasional, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, SNI 2847: 2019," 2019.