



ISSN 2355-617x

Jurnal Ilmiah Bering's

Editor Office : LPPM Sekolah Tinggi Teknologi Pagar Alam, Jln. Masik Siagim No.75
 Simpang Mbacang, Pagar Alam, SUM-SEL, Indonesia
 Phone : +62 852-7901-1390
 Email : berings@lppmsttpagaralam.ac.id
 Website : <https://ejournal.lppmsttpagaralam.ac.id/index.php/berings>

PERENCANAAN PERHITUNGAN STRUKTUR RUMAH 2 LANTAI KELURAHAN PELANG KENIDAI KECAMATAN DEMPO TENGAH PAGAR ALAM

Sukri Herwanto¹ Tarmizi²

Prodi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pagar Alam¹²

Jln.Masik Siagim No.75 Simpang Bacang Dempo Tengah Kota Pagar Alam
 Sur-el: Shukri@gmail.com

Abstrak : Perencanaan teknik dan perenovasian rumah dua lantai pada Kelurahan Pelang Kenidai Kecamatan Dempo Tengah Pagar Alam merupakan salah satu upaya meningkatkan fungsi dan peranan rumah dua lantai, sehingga evaluasi kegunaan rumah dua lantai diperlukan sebagai langkah awal suatu perencanaan teknik yang cermat hingga menghasilkan detail desain rumah dua lantai yang tepat dan efisien untuk memenuhi standar yang ditetapkan. Pemilihan bahan struktur yang akan digunakan untuk bangunan tertentu dipengaruhi oleh tinggi dan bentang struktur, ketersediaan bahan di pasaran, kondisi pondasi, peraturan bangunan setempat dan pertimbangan-pertimbangan arsitektural. Sistem bangunan rangka terdiri dari unsur-unsur horizontal (balok), vertikal (kolom) dan plat lantai. Rangka bangunan tinggi dapat dipandang secara geometris sebagai penjumlahan dari rangka-rangka portal. Dalam penelitian ini, hasil dari analisis didapatkan bahwa diameter balok lantai $30 \times 15 = 8D14$, diameter atap $30 \times 15 = 4D12$, diameter kolom $30 \times 30 = 6D14$, plat lantai $\emptyset 10$ sengkang 100, plat atap $\emptyset 10$ sengkang 100, tangga $\emptyset 100$ sengkang 100. Analisis juga digantu dengan menggunakan aplikasi staadpro, dengan menghasilkan dimensi 20×30 dengan bentang 4 m mampu menahan beban yang bekerja, jumlah tulangan tumpuan atas 4 D 16, dan tulangan tumpuan bawah 2 D 12 serta tulangan geser 16 D 8 c/c 118 mm. Pada balok 20×40 dengan bentang 4 m mampu menahan beban yang bekerja, jumlah tulangan tumpuan atas 4 D 16, dan tulangan tumpuan bawah 2 D 16 serta tulangan geser 11 D 8 c/c 167 mm. kolom 30×30 dengan tinggi 4 m mampu menahan beban yang bekerja, jumlah tulangan pokok pada kolom tersebut didapatkan tulangan 8 D 12.

Kata Kunci : Balok;kolom;Staadpro;Struktur

Abstract : The technical planning and renovation of a two-story house in Pelang Kenidai Subdistrict, Dempo Tengah Subdistrict, Pagar Alam is an effort to improve the function and role of a two-story house, so evaluating the use of a two-story house is a first step in careful engineering planning to produce two-storey house design details the right and efficient way to meet the standards set. The selection of structural materials to be used for certain buildings is influenced by the height and span of the structure, availability of materials in the market, foundation conditions, local building regulations and architectural considerations. The frame building system consists of horizontal elements (beams), vertical (columns) and floor plates. Tall building frames can be viewed geometrically as a sum of portal frames. In this study, the results of the analysis showed that the diameter of the floor beam $30 \times 15 = 8D14$, roof diameter $30 \times 15 = 4D12$, column diameter $30 \times 30 = 6D14$, floor plate $\emptyset 10$ sengkang 100, roof plate $\emptyset 10$ stirrup 100, stair $\emptyset 100$ stirrup 100 Analysis is also used by using the Staadpro application, by producing dimensions of 20×30 with a span of 4 m able to withstand the working load, the number of reinforcement over 4 D 16, and the bottom support of 2 D 12 and shear reinforcement 16 D 8 c / c 118 mm. On a 20×40 beam with a span of 4 m it is able to withstand the working load, the amount of support over 4 D 16, and reinforcement under 2 D 16 and shear reinforcement 11 D 8 c / c 167 mm. a 30×30

column with a height of 4 m is able to withstand the working load, the number of staples in the column is reinforced by 8 D 12.

Keywords: (Beam;column;Structure;staadpro)

I. PENDAHULUAN

Semakin pesatnya pembangunan yang terjadi di daerah kelurahan Pelang Kenidai, dan semakin tingginya harga tanah, menuntut masyarakat untuk berpikir keras agar dapat mewujudkan pembangunan tempat tinggal. Banyaknya perencanaan pembangunan yang dilakukan saat ini mengakibatkan berkurangnya lahan kosong untuk pembangunan, dengan perencanaan bangunan rumah bertingkat dapat menjadi solusi alternatif pemanfaatan lahan sempit di daerah kelurahan Pelang Kenidai.

Dalam perencanaan sebuah rumah, khususnya rumah bertingkat, harus memperhatikan beberapa kriteria yang matang dari unsur kekuatan, kenyamanan, serta aspek keindahannya. Kenyamanan yang diinginkan membutuhkan tingkat ketelitian dan keamanan yang tinggi dalam perhitungan konstruksinya.

Perlu disadari bahwa suatu bangunan rumah bukan hanya dilihat seberapa artistik bangunan tersebut, namun aspek yang paling penting yaitu ketahanan struktur bangunan tersebut terhadap beban statis yang direncanakan ataupun ketahanan struktur terhadap potensi bencana. Untuk mengetahui hal tersebut, tentu saja diperlukan perencanaan dan perhitungan yang tepat.

Maka pada penelitian ini akan mengambil topik permasalahan tentang perencanaan bangunan rumah dua lantai yakni dengan mengambil judul “Perencanaan Perhitungan Struktur Rumah 2 Lantai Kelurahan Pelang Kenidai Kecamatan Dempo Tengah Pagar Alam”.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Kota Pagar Alam pada Kelurahan Pelang Kenidai Pagar Alam. Obyek yang menjadi sasaran dalam melakukan penelitian ini yaitu kebutuhan dari masyarakat Desa Sengonan akan kebutuhan primer dalam hal ini rumah beton 2 lantai.

B. Data

1. Data Primer

Data primer ini merupakan data yang didapatkan langsung oleh penulis dengan melakukan penelitian secara langsung ke lokasi penelitian, data tersebut berupa:

- a. Luas bangunan yang direncanakan, dalam perencanaan pembangunan rumah beton 2 lantai di desa sengonan kelurahan pelang kenidai Pagar Alam ini adalah 8 m x 12 m.
 - b. Luas tanah yang akan direncanakan pembangunan adalah 150 m²
2. Data Sekunder
- Data sekunder adalah data yang didapat dari study pustaka dan data yang di ambil dari pihak kampus melalui tim perencanaan pembangunan kampus.

C. Metode

1. Analisa Secara Manual

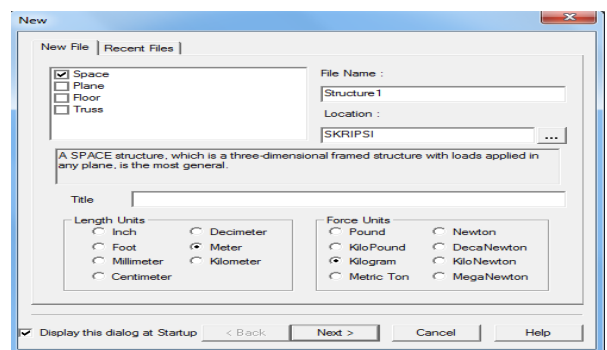
Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam analisa struktur secara manual adalah sebagai berikut:

- a. Pengumpulan data teknis.
- b. Perhitungan dimensi balok, dalam tahapan ini dimensi balok dihitung berdasarkan betang balok dan jenis tumpuan yang dipakai.
- c. Perhitungan plat atap
- d. Perhitungan plat lantai
- e. Perhitungan balok atap
- f. Perhitungan balok lantai
- g. Perhitungan kolom
- h. Perhitungan portal
- i. Perhitungan beban gempa

2. Analisa Dengan Program STAADPRO 2007

Setelah dimensi balok didapat maka dilakukan analisa struktur dengan bantuan program STAADPRO 2007, dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Menyiapkan menu *main window*

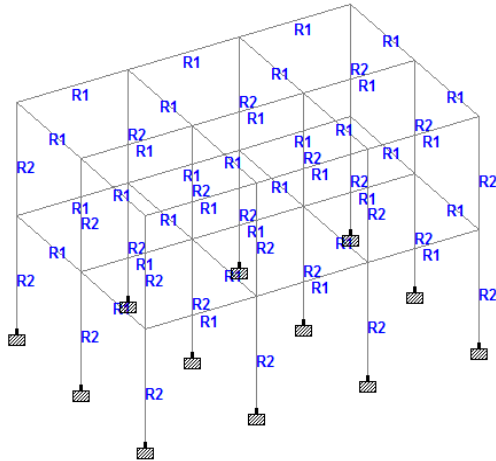


Gambar 1. menu *main window*

b. Input data

Dalam tahapan ini data-data yang akan dipakai adalah:

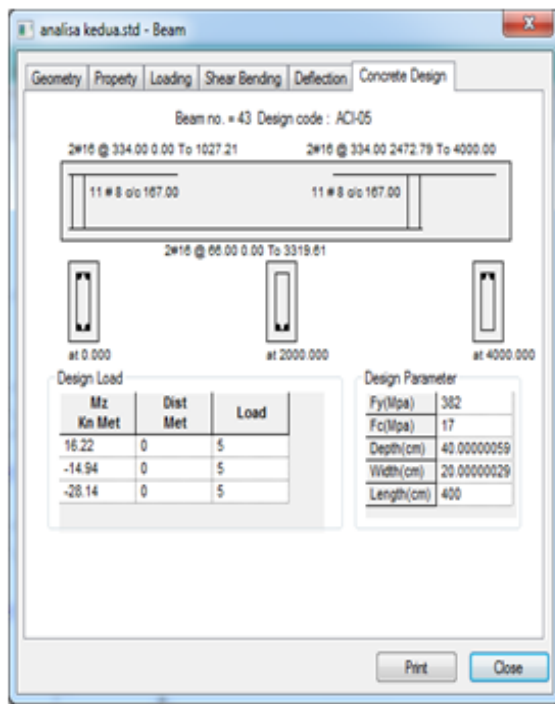
- 1) Property batang, dalam langkah ini memasukan dimensi balok dan kolom.
- 2) Menentukan jenis tumpuan
- 3) Menentukan pembebanan
- 4) Menyiapkan perintah analisa struktur
- 5) Desain struktur beton



Gambar 2. Hasil Akhir Input Data Property Batang

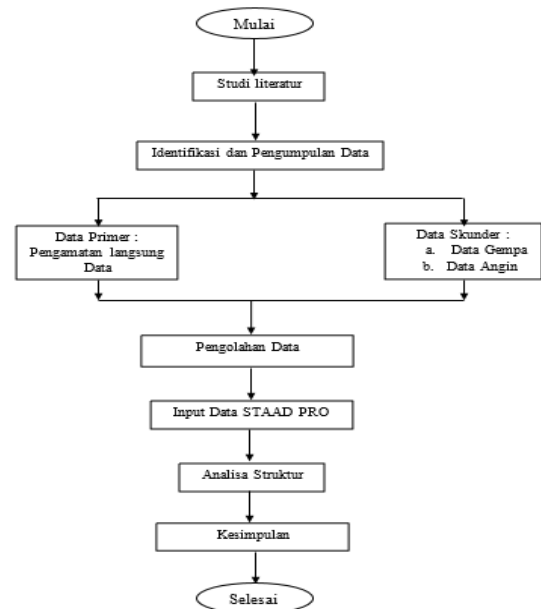
c. Output data

Setelah input data selsai maka data yang didapat berupa pembesian balok dan kolom, seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Contoh Pembesian Balok Hasil STAAD Pro 2007

E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Struktur Portal

Dalam perencanaan portal yang terdiri dari perencanaan balok induk, perencanaan kolom, dan perencanaan pondasi. Portal yang direncanakan terdiri dari kolom yang diperkuat dengan balok-balok yang dicor secara monolit untuk menahan beban akibat gravitasi dan gempa. Balok-balok tersebut terdiri dari balok induk, balok anak, ring balk dan sloof. Perhitungan portal ini meliputi perhitungan beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa.

B. Data Teknis

Mutu beton $f_c' = 17,5$ MPa.

Mutu baja $f_y = 240$ MPa.

Selimit beton pada pelat = 20 mm.

Selimit beton pada balok dan kolom = 50 mm.

Berat jenis beton = 2400 kg/m^3 .

Ketinggian air tergenang pada pelat atap = 50 mm.

C. Perhitungan Dimensi

Suatu balok yang sederhana yang memikul suatu beban terpusat mencapai keadaan batasnya (yakni kondisi runtuh) bila beban terpusat itu cukup besar, sehingga menyebabkan terjadinya suatu sendi plastis dibawah beban sendi terpusat. Panjang aktual sendi plastis tergantung pada bentuk penampang lintangnya dan dapat bervariasi dari sekitar 1/10 sampai sebesar 1/3 bagian.

1. Perhitungan Dimensi Balok

Untuk balok satu ujung menerus :

$$h = \frac{L}{18,5} = \frac{400}{18,5} = 21,62 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}$$

$d = h - d' = 40 - 5 = 35 \text{ cm}$
 $b = 0,5 d = 0,5 \times 35 = 17,5 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$
 Ukuran dimensi balok 20/40
 Dalam perencanaan balok
 20/40 → (aman)

2. Lebar Efektif Balok T

Lebar efektif balok T adalah suatu keadaan lebar atau panjang suatu pelat yang mampu ditahan oleh balok.

Asumsi tebal pelat = 12 cm.

$l_n = 400 - 20 = 380 \text{ cm} = 3800 \text{ mm}$

$b_e \leq 16 h_f + b_w = (16 \times 12) + 20 = 212 \text{ cm}$

$b_e \leq l_n + b_w = 380 + 20 = 400 \text{ cm}$

$b_e \leq \frac{1}{4} L = \frac{1}{4} \times 400 = 100 \text{ cm}$

be balok T = 100 cm = 1000 mm.

3. Lebar Efektif Balok L

Lebar efektif balok L adalah suatu keadaan lebar atau panjang suatu pelat yang mampu ditahan oleh balok.

$b_e \leq 6 h_f + b_w = (6 \times 12) + 20 = 92 \text{ cm}$

$b_e \leq \frac{1}{2} l_n + b_w = 190 + 20 = 210 \text{ cm}$

$b_e \leq \frac{1}{12} L + b_w = \frac{1}{12} \times 400 + 20 = 53,33 \text{ cm}$

be balok L = 53,33 cm $\approx 53 \text{ cm} = 530 \text{ mm}$.

4. Inersia Balok T Dan L

Pada perhitungan yang direncanakan setelah didapatkan dimensi balok yang sesuai, efisien dan aman selanjutnya mencari momen-momen yang bekerja pada balok tersebut dengan cara menghitung inersia pada balok T dan L balok sebagai berikut :

Letak garis netral balok T :

$Y_1 = 40 - (0,5 \times 12) = 34 \text{ cm}$

$Y_2 = 40 - 12 - (0,5 \times 28) = 14 \text{ cm}$

$A_1 = 12 \times 100 = 1200 \text{ cm}^2$.

$A_2 = 40 \times 28 = 1120 \text{ cm}^2$

$A = 1200 + 1120 = 2320 \text{ cm}^2$.

$Y = \frac{Y_1 A_1 + Y_2 A_2}{A} = \frac{[(34) \times (1200)] + [(14) \times (1120)]}{2320}$

$= \frac{40.800 + 15680}{2320} = 24,34 \text{ cm}$

$a_1 = Y_1 - Y = 34 - 24,34 = 9,66 \text{ cm}$

$a_2 = Y - Y_2 = 24,34 - 14 = 10,34 \text{ cm}$

Inersia balok T :

$I_1 = \frac{1}{12} b h^3 + A_1 a_1^2 = \frac{1}{12} (100 \times 12^3) + [1200 \times 9,66^2]$
 $= 14.400 + 111.978,72 = 126.378,72 \text{ cm}^4$

$I_2 = \frac{1}{12} b h^3 + A_2 a_2^2 = \frac{1}{12} (20 \times 28^3) + [1200 \times 10,34^2]$
 $= 36.586,67 + 128.298,72 = 164.885,39 \text{ cm}^4$

$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 = 126.378,72 + 164.885,39 = 291.264,11 \text{ cm}^4$

5. Letak Garis Netral Balok L

Letak garis netral pada balok L merupakan suatu keadaan keseimbangan balok atau pelat yang disanggah.

$Y_1 = 40 - (0,5 \times 12) = 34 \text{ cm}$

$Y_2 = 40 - 12 - (0,5 \times 28) = 14 \text{ cm}$

$A_1 = 12 \times 48 = 576 \text{ cm}^2$

$A_2 = 20 \times 28 = 560 \text{ cm}^2$

$A = 576 + 560 = 1.136 \text{ cm}^2$.

$Y = \frac{Y_1 A_1 + Y_2 A_2}{A} = \frac{[(34) \times (576)] + [(14) \times (560)]}{1.136}$

$= \frac{19.584 + 7.840}{1.136} = 24,14 \text{ cm}$.

$a_1 = Y_1 - Y = 34 - 24,14 = 9,86 \text{ cm}$

$a_2 = Y - Y_2 = 24,14 - 14 = 10,14 \text{ cm}$

Inersia balok L:

$I_1 = \frac{1}{12} b h^3 + A_1 a_1^2 = \frac{1}{12} (48 \times 12^3) + [576 \times 9,86^2]$
 $= 6.912 + 55.998,4896 = 62.910,4896 \text{ cm}^4$.

$I_2 = \frac{1}{12} b h^3 + A_2 a_2^2 = \frac{1}{12} (20 \times 28^3) + [560 \times 10,14^2]$
 $= 36.586,67 + 57.578,976 = 94.165,646 \text{ cm}^4$.

$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 = 62.910,4896 + 64.868,976 = 127.779,4656 \text{ cm}^4$

6. Inersia Untuk Jalur Plat

$L_x = 400 = \frac{1}{12} \cdot 400 \cdot (12)^3 = 57.600 \text{ cm}^4$

$L_y = 400 = \frac{1}{12} \cdot 400 \cdot (12)^3 = 57.600 \text{ cm}^4$

Kekakuan plat ini dihitung berdasarkan plat antara garis sumbu panel dari setiap sisi balok:

Untuk bentang balok 400 cm

$\alpha 1. = \frac{291.264,11}{57.600} = 5,06$

$\alpha 2. = \frac{157.076,14}{57.600} = 2,72$

Jadi, $\alpha_m = \frac{5,06 + 2,72}{2} = 3,8$

7. Tebal Minimum Pelat

$f_y = 240 \text{ MPa}$

$L_{ny} = 4000 - 200 = 3.800 \text{ mm}$

$\beta = \frac{L_y}{L_x} = \frac{400}{400} = 1 \text{ } (\leq 2,5 \text{ Plat 2 Arah})$

Tidak boleh kurang dari nilai yang didapat dari

$h = \frac{L_{ny} \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 5\beta \left(\alpha_m - 0,12 \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \right)} =$

$\frac{3800 \left(0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36 + 5 \left(3,8 - 0,12 \left(1 + \frac{1}{1} \right) \right)} = 67,81 \text{ mm}$

Tebal plat harus lebih besar dari

$h = \frac{L_{ny} \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta} = \frac{3800 \left(0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36 + 9} = 81,06 \text{ mm}$

Tebal plat harus lebih kecil dari

$$h = \frac{L_{ny}(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36} = \frac{3800(0,8 + \frac{240}{1500})}{36} = 101,33$$

mm

Karena menurut peraturan SNI 03-2847-2002 tebal pelat untuk lantai minimal 120 mm, Jadi tebal plat 120 mm yang dipakai.

D. Perhitungan Pelat Atap

1. Beban Mati (DL)

Berat sendiri pelat = $0,12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ m} = 360 \text{ kg/m}'$

Berat Plafon = 11 kg/m

Berat Penggantung = $7 \text{ kg/m}'$

Berat Air Hujan = $0,05 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ m} = 50 \text{ kg/m}'$

$$q_{DL} = 356 \text{ kg/m}'$$

2. Beban Hidup (LL)

Untuk Pelat Atap; $q_{LL} = 100 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m} = 100 \text{ kg/m}$

3. Kuat Perlu

$$q_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} = (1,2 \times 356) + (1,6 \times 100) = 587,2 \text{ kg/m}'$$

4. Perhitungan Pembesian

$$\text{untuk } L_y/L_x = 400/400 = 1$$

$$M_{tx} = M_{lx} = M_{ty} = M_{ly} = M_u = 0,001 \times 36 \times 587,2 \text{ kg/m}' \times 4^2 \text{ m}^2 = 338,2272 \text{ kgm.}$$

Asumsi tulangan tunggal, dengan $b = 100 \text{ cm}$, $d = 12 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$.

$$M_u = \phi = \frac{338,2272}{0,8} = 422,784 \text{ kg m} = 42.278,4 \text{ kgcm.}$$

Koefisien Ketahanan R_n :

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{42.278,4}{100 \times 10^2} = 4,22784 \text{ kg/cm}^2 = 0,$$

422784 MPa.

$$R_n = \rho f_y (1 - 0,59 \frac{\rho f_y}{f_{c'}}) = 240 \rho (1 - 0,59$$

$$\frac{240\rho}{17,5}) = 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

Dengan menyamakan kedua nilai R_n diatas, serta memperhatikan satuannya, diperoleh :

$$0,422784 = 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

$$1941,94 \rho^2 - 240 \rho + 0,422784 = 0$$

$$\rho = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{240 - \sqrt{240^2 - 4 \times 1941,94 \times 0,422784}}{2 \times 1941,94}$$

$$= 0,00179.$$

Pembatasan nilai ρ ;

$$\rho_b = \left(\frac{0,85 f_{c'} \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) =$$

$$\left(\frac{0,85 \times 17,5 \times 0,85}{240} \right) \left(\frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0376$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,0376 = 0,0282$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

Karena $\rho < \rho_{min}$, maka dipakai $\rho_{min} = 0,00583$.

$$\text{Luas tulangan } A_s = \rho b d = 0,00583 \times 100 \times 10 = 5,83 \text{ cm}^2 = 583 \text{ mm}^2.$$

D = diameter besi yang dipakai, A_s = luas besi yang diperlukan.

$$\text{Jarak Tulangan} = \frac{1000}{\left(\frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi D^2} \right)} = 134,59 \text{ mm}$$

Digunakan baja tulangan D10 – 100 (dengan luas $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$).

Dengan perhitungan :

$$A_s = \pi r^2 = (3,14) \times (5)^2 = 78,5 \text{ mm}^2 = 78,5 \times 10 = 785,4 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2 = 78,5 \times 10 = 785,4 \text{ mm}^2$$

E. Perhitungan Pelat Lantai

1. Beban Mati (DL)

Berat sendiri pelat = $0,12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ m} = 288 \text{ kg/m}'$

Berat Plafon = $11 \text{ kg/m}'$

Berat Penggantung = $7 \text{ kg/m}'$

Berat keramik = $12 \text{ kg/m}'$

Berat spesi = $42 \text{ kg/m}'$

2. Beban Hidup (LL)

$$q_{DL} = 360 \text{ kg/m}'$$

3. Kuat Perlu

$$q_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} = (1,2 \times 360) + (1,6 \times 250) = 832 \text{ kg/m}'$$

4. Perhitungan Pembesian

$$\text{untuk } L_y/L_x = 400/400 = 1$$

$$M_{tx} = M_{lx} = M_{ty} = M_{ly} = M_u = 0,001 \times 36 \times 832 \text{ kg/m}' \times 4^2 \text{ m}^2 = 479,23 \text{ kgm.}$$

Asumsi tulangan tunggal, dengan $b = 100 \text{ cm}$, $d = 12 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$.

$$M_u = \frac{M_u}{\phi} = \frac{479,23}{0,8} = 599,04 \text{ kg m} = 59.904$$

kg cm.

Koefisien Ketahanan R_n :

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{59.904}{100 \times 10^2} = 5,9904 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 0,59904 \text{ MPa.}$$

$$R_n = \rho f_y (1 - 0,59 \frac{\rho f_y}{f_{c'}}) = 240 \rho (1 - 0,59$$

$$\frac{240\rho}{17,5}) = 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

Dengan menyamakan kedua nilai R_n diatas, serta memperhatikan satuannya, diperoleh :

$$0,59904 = 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

$$1941,94 \rho^2 - 240 \rho + 0,59904 = 0$$

$$\rho = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{240 - \sqrt{240^2 - 4 \times 1941,94 \times 0,59904}}{2 \times 1941,94} = 0,00255.$$

Pembatasan nilai ρ ;

$$\rho_b = \left(\frac{0,85 f_c' \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \left(\frac{0,85 \times 17,5 \times 0,85}{240} \right) \left(\frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0376$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,0376 = 0,0282$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

Karena $\rho < \rho_{min}$, maka dipakai $\rho_{min} = 0,00583$.

$$\text{Luas tulangan } A_s = \rho b d = 0,00583 \times 100 \times 10 = 5,83 \text{ cm}^2 = 583 \text{ mm}^2.$$

Digunakan baja tulangan D10 – 100 (dengan luas $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$).

$$A_s = \pi r^2 = (3,14) \times (5)^2 = 78,5 \text{ mm}^2 = 78,5 \times 10 = 785,4 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2 = 78,5 \times 10 = 785,4 \text{ mm}^2$$

F. Perencanaan Tangga

1. Data- Data Perencanaan Tangga

Tinggi antar lantai : 4,00 m

Lebar Tangga : 1,40 m

Kemiringan (α) : 38,66°

Panjang Bordes : 2,80 m

Lebar bordes : 1,05 m

2. Mencari Tinggi Optrade Dan Panjang Antrade

Menurut Diktat Konstruksi Bangunan Sipil karangan Ir. Supriyono

$$2 \cdot \text{Opt} + \text{Ant} = 61 \sim 65$$

$$2 \cdot (\text{Ant} \cdot \text{tg } \alpha) + \text{Ant} = 61 \sim 65$$

$$2 \cdot (\text{Ant} \cdot \text{tg } 38,66) + \text{Ant} = 61 \sim 65$$

$$1,60 \text{ Ant} + \text{Ant} = 61 \sim 65$$

$$2,60 \text{ Ant} = 65$$

$$\text{Ant} = 25 \text{ cm}$$

Nilai antrade 25 cm digunakan pada tiap tingkatan tangga

Dan nilai oprade menjadi :

$$\text{Opt} = \text{Ant} \cdot \text{tg } \alpha$$

$$\text{Opt} = 25 \cdot \text{tg } 38,66^\circ = 20 \text{ cm}$$

Sehingga dengan metode pendekatan akan didapatkan :

$$\text{Jumlah Optrade} = \frac{400}{20} = 20 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah Antrade} = 20 - 1 = 19 \text{ buah}$$

3. Menghitung Tebal Pelat Tangga

Tebal selimut beton = 2 cm

$$\text{Tebal Pelat tangga} = h_{min} = \frac{H}{27} = \frac{200/\sin 38,66}{27} = 11,85$$

digunakan $h = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$

$$h' = h + \frac{\text{Opt}}{2} \cdot \cos \alpha$$

$$= 0,1981 \text{ m}$$

Maka ekivalen tebal anak tangga = 0,1981-0,12

$$= 0,0781 \text{ m}$$

4. Pembebanan Pelat Tangga ($h = 0,12 \text{ m}$)

Dead Load (DL)

$$\text{Beban anak Tangga} = 0,0781 \cdot 2400 = 187,44 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Spesi (t = 2 cm)} = 2 \cdot 21 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Keramik} = 1 \cdot 24 = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Handrill} = \text{taksiran} = 15 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{DL} = 268,44 \text{ kg/m}^2 = 2684,4 \text{ N/m}^2$$

Live Load (LL)

$$\text{untuk lantai ruko LL} = 300 \text{ kg/m}^2 = 3000 \text{ N/m}^2$$

5. Kuat Perlu

$$q_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} = (1,2 \times 268,44) + (1,6 \times 300) = 802,128 \text{ kg/m}^2$$

6. Perhitungan Pembesian

$$M_{tx} = M_{lx} = M_{ty} = M_{ly} = M_u = 0,001 \times 36 \times 802,128 \text{ kg/m}^2 \times 4^2 \text{ m}^2 = 462,025728 \text{ kgm.}$$

Asumsi tulangan tunggal, dengan $b = 100 \text{ cm}$, $d = 12 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$.

$$\frac{M_u}{b d^2} = \frac{462,0257}{100 \times 10^2}$$

$$M_n = \phi = 0,8$$

$$= 577,53 \text{ kg m} = 57.753 \text{ kg cm.}$$

Koefisien Ketahanan R_n :

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{57.753}{100 \times 10^2}$$

$$= 5,7753 \text{ kg/cm}^2 = 0,57753 \text{ MPa.}$$

$$R_n = \rho f_y (1 - 0,59 \frac{\rho f_y}{f_c'}) = 240 \rho (1 - 0,59 \frac{240 \rho}{240})$$

$$\frac{240 \rho}{17,5}$$

$$= 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

Dengan menyamakan kedua nilai R_n diatas, serta memperhatikan satuannya, diperoleh :

$$0,57753 = 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

$$1941,94 \rho^2 - 240 \rho + 0,57753 = 0$$

$$\rho = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{240 - \sqrt{240^2 - 4 \times 1941,94 \times 0,64762}}{2 \times 1941,94}$$

$$= 0,00246.$$

Pembatasan nilai ρ ;

$$\rho_b = \left(\frac{0,85 f_c' \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \left(\frac{0,85 \times 17,5 \times 0,85}{240} \right) \left(\frac{600}{600 + 240} \right)$$

$$= 0,0376$$

$$= 0,0376$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,0376$$

$$= 0,0282$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240}$$

$$= 0,00583$$

Karena $\rho < \rho_{min}$, maka dipakai $\rho_{min} = 0,00583$.

Luas tulangan

$$A_s = \rho b d = 0,00583 \times 100 \times 10$$

$$= 5,83 \text{ cm}^2 = 583 \text{ mm}^2.$$

Digunakan baja tulangan D10 – 100 (dengan luas $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$).

$$A_s = \pi r^2 = (3,14) \times (5)^2 = 78,5 \text{ mm}^2 = 78,5 \times 10 = 785,4 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2 =$$

$$78,5 \times 10 = 785,4 \text{ mm}^2$$

7. Pembebanan Pelat Bordes ($h = 0,12 \text{ m}$)

Dead Load(DL)

$$\text{Berat plat bordes} = 0,12 \times 1,5 \times 2400 = 432 \text{ kg/m}$$

$$\text{Spesi (t = 2 cm)} = 2 \cdot 21 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Keramik} = 1 \cdot 24 = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$DL = 498 \text{ kg/m}^2$$

$$= 4980 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Live Load(LL)} LL = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$= 3000 \text{ N/m}^2$$

8. Beban Hidup (LL)

$$\text{untuk lantai ruko LL} = 300 \text{ kg/m}^2$$

9. Kuat Perlu

$$q_u = 1,2 DL + 1,6 LL = (1,2 \times 498) + (1,6 \times 300) = 1.077,6 \text{ kg/m}^2$$

10. Perhitungan Pembesian

$$M_{tx} = M_{lx} = M_{ty} = M_{ly} = M_u = 0,001 \times 36$$

$$\times 1.077,6 \text{ kg/m}^2 \times 3^2 \text{ m}^2$$

$$= 349,1424 \text{ kgm}.$$

Asumsi tulangan tunggal, dengan $b = 100 \text{ cm}$, $d = 12 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$.

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{349,14}{0,8}$$

$$= 436,43 \text{ kg m} = 43.643 \text{ kg cm}.$$

Koefisien Ketahanan R_n :

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{43.643}{100 \times 10^2}$$

$$= 4,3643 \text{ kg/cm}^2 = 0,43643 \text{ MPa}.$$

$$R_n = \rho f_y \left(1 - 0,59 \frac{\rho f_y}{f_c'}\right) = 240 \rho \left(1 - 0,59 \frac{240 \rho}{17,5}\right) = 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

$$17,5$$

Dengan menyamakan kedua nilai R_n diatas, serta memperhatikan satuannya, diperoleh :

$$0,43643 = 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

$$1941,94 \rho^2 - 240 \rho + 0,43643 = 0$$

$$\rho = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} =$$

$$\frac{240 - \sqrt{240^2 - 4 \times 1941,94 \times 0,43643}}{2 \times 1941,94}$$

$$= 0,00185.$$

Pembatasan nilai ρ ;

$$\rho_b = \left(\frac{0,85 f_c' \beta_1}{f_y}\right) \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) =$$

$$\left(\frac{0,85 \times 17,5 \times 0,85}{240}\right) \left(\frac{600}{600 + 240}\right)$$

$$= 0,0376$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,0376$$

$$= 0,0282$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240}$$

$$= 0,00583$$

Karena $\rho < \rho_{min}$, maka dipakai $\rho_{min} = 0,00583$.

Luas tulangan

$$A_s = \rho b d = 0,00583 \times 100 \times 10$$

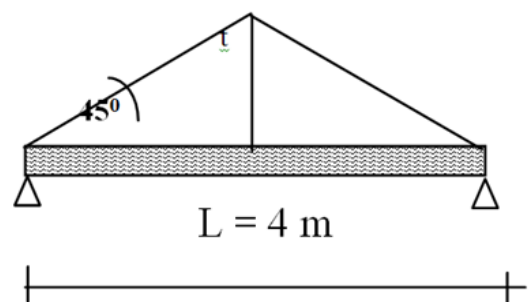
$$= 5,83 \text{ cm}^2 = 583 \text{ mm}^2.$$

Digunakan baja tulangan D10 – 100 (dengan luas $A_s = 785,4 \text{ mm}^2$).

$$A_s = \pi r^2 = (3,14) \times (5)^2 = 78,5 \text{ mm}^2 = 78,5 \times 10 = 785,4 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2 = 78,5 \times 10 = 785,4 \text{ mm}^2$$

G. Perhitungan Balok Atap



1. Perataan Beban

$$\alpha = 45^\circ ; \text{ untuk beban segi tiga } t = 2.$$

koefisien perataan beban pelat $2/3 t$.

2. Beban Balok Atap

$$\text{Beban Pelat} = \frac{2}{3} \times 2 \times 587,2 \text{ kg/m}^2$$

$$= 782,93 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Sendiri Balok} = 0,15 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$= 108,00 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 890,93 \text{ kg/m}^2$$

3. Perhitungan Pembesian :

$$M_u = \frac{1}{8} \times q_u \times L^2 = \frac{1}{8} \times 890,93 \times 4^2 = 1.781,86 \text{ kg m.}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1.781,86}{0,8} = 2.227,33 \text{ kg m.}$$

Koefisien Ketahanan R_n :

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{222.733}{15 \times 25^2} = 23,7582 \text{ kg/cm}^2 = 2,37582 \text{ MPa.}$$

$$R_n = \rho f_y \left(1 - 0,59 \frac{\rho f_y}{f_c'}\right) = 240$$

$$\rho \left(1 - 0,59 \frac{240\rho}{17,5}\right) = 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

Dengan menyamakan kedua nilai R_n diatas, serta memperhatikan satuannya, diperoleh :

$$2,37582 = 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

$$1941,94 \rho^2 - 240 \rho + 2,37582 = 0$$

$$\rho = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{240 - \sqrt{240^2 - 4 \times 1941,94 \times 2,37582}}{2 \times 1941,94} = 0,0380$$

 $\rho_{\min} = 0,00583 < \rho < \rho_{\max} = 0,0282 \Rightarrow$
 dipakai $\rho = 0,01085$ (pembesian tunggal)

Luas tulangan

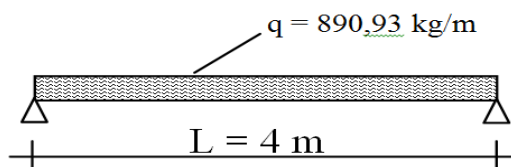
$$A_s = \rho b d = 0,01085 \times 15 \times 25 = 4,069 \text{ cm}^2 = 406,9 \text{ mm}^2.$$

Digunakan baja tulangan 4D12 (dengan luas $A_s = 452,4 \text{ mm}^2$).

$$A_s = \pi r^2 = (3,14) \times (6)^2 = 113,04 \text{ mm}^2 = 113,04 \times 4 = 452,4 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} 3,14 \times 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2 = 113,04 \times 4 = 452,4 \text{ mm}^2$$

4. Perhitungan Geser



$$V_u = \frac{1}{2} q \cdot L = \frac{1}{2} (890,93) (4) = 3.563,72 \text{ kg} = 35,6372 \text{ kN.}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{35,6372}{0,6}$$

$$= 59,3953 \text{ kN.}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{17,5} \cdot (150) \cdot (250) \cdot 10^{-3}$$

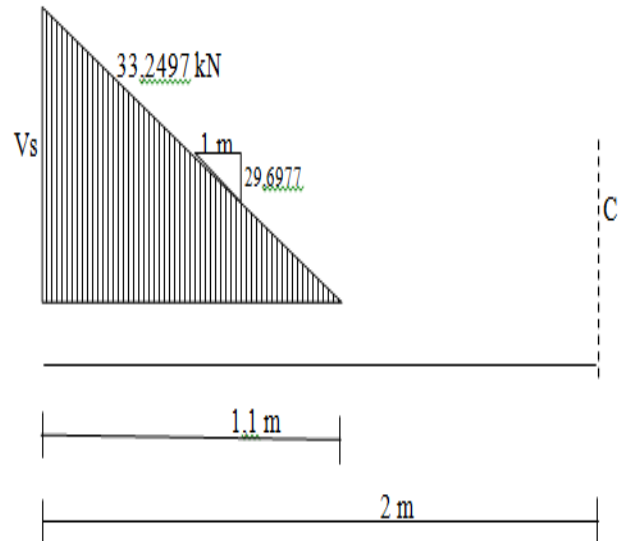
$$= 26,1456 \text{ kN.}$$

$$V_{s\text{perlu}} = V_n - V_c = 59,3953 - 26,1456 = 33,2497 \text{ kN.}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} (0,6) (26,1456) = 7,84368 \text{ kN.}$$

Apabila $V_u > \frac{1}{2} \phi V_c$ diperlukan pemasangan tulangan sengkang.Karena $V_u = 35,6372 > \frac{1}{2} \phi V_c = 7,84368$, maka tulangan sengkang diperlukan.a) Kemiringan garis diagram V_s :

$$m = \frac{V_u / 0,5L}{\phi} = \frac{35,6372 / 2}{0,6} = 29,6977 \text{ kN/m.}$$

Tempat nilai diagram $V_s = 0$, yaitu pada jarak $= \frac{V_s}{m} = \frac{33,2497}{29,6977} = 1,1 \text{ m}$ dari perletakan.

Menghitung panjang batang yang memerlukan sengkang :

Jaraknya terhadap perletakan adalah :

$$\frac{(V_u - \frac{1}{2} \phi V_c)}{V_u / 0,5L} = \frac{(35,6372 - 7,84368)}{35,6372 / 2} = 1,56 \text{ m.}$$

Apabila dipilih tulangan D-8 ($A_v = 50 \text{ mm}^2$) untuk sengkang, periksa spasi yang dibutuhkan pada penampang kritis, dimana merupakan tempat yang memerlukan spasi paling rapat,

Penampang kritis :

$$V_{sk} = V_s - d (m) 10^{-3} = 33,2497 - [(250) (29,6977) (10^{-3})] = 30,8253 \text{ kN.}$$

$$\text{Jarak sengkang } S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{sk}} = \frac{(50)(240)(250)}{30.825,3} = 97,3227 \text{ mm}$$

digunakan $S = 90 \text{ mm}$.

Apabila perhitungan spasi yang diperlukan, menghasilkan nilai kurang dari 50 mm, mungkin harus dipertimbangkan penggunaan tulangan sengkang dengan diameter yang lebih besar.

Menentukan spasi maksimum yang dibutuhkan :

Bila nilai $V_{sk} < \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} b.d$, maka spasi maksimum adalah nilai terkecil dari $\frac{1}{2}d$ dan 600 mm.

Bila nilai $V_{sk} > \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} b.d$, maka spasi maksimum adalah nilai terkecil dari $\frac{1}{4}d$ dan 300 mm.

Kriteria lain yang perlu diperhatikan ialah persyaratan luas penampang tulangan minimum, sebagai berikut; $A_v =$

$$\frac{1}{3} \frac{b.S}{f_y} \text{ atau } S_{maks} = \frac{3A_v f_y}{b}$$

$$V_{sk} = 38,4788 \text{ kN.}$$

$$\frac{1}{3}\sqrt{f'_c} b.d = \frac{1}{3}\sqrt{17,5} \cdot (150) \cdot (250)(10^{-3}) = 52,2913 \text{ kN.}$$

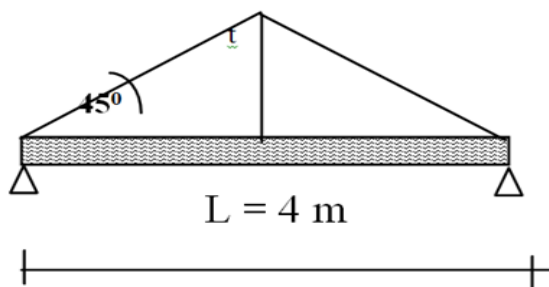
Karena $V_{sk} < \frac{1}{3}\sqrt{f'_c} b.d$, maka $S_{maks} = \frac{1}{2}$

$$(d) = \frac{1}{2} (250) = 125 \text{ mm.}$$

$$S_{maks} = \frac{3A_v f_y}{b} = \frac{3(50)(240)}{(150)} = 241,44 \text{ mm.}$$

Dari hasil perhitungan berdasarkan pada kriteria satu dan tiga tersebut diatas, nilai terkecil yang dipakai ialah jarak spasi maksimum 100 mm untuk keseluruhan panjang balok.

H. Perhitungan Balok Lantai



1. Beban Balok

$$\text{Beban Pelat} = \frac{2}{3} \times 2 \times 832 \text{ kg/m}^2 = 1.109,33 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban Dinding bata} = 170 \text{ kg/m}^2 \times 4 \text{ m (tinggi tembok)} = 680,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Sendiri Balok} = 0,20 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$= 192,00 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 1.981,33 \text{ kg/m}^2$$

2. Perhitungan Pembesian

$$M_u = \frac{1}{8} \times q_u \times L^2 = \frac{1}{8} \times 1.981,33 \times 4^2 = 3.962,66 \text{ kg m.}$$

m.

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3.962,66}{0,8} = 4.953,325 \text{ kg m}$$

$$= 495.533,5 \text{ kg cm.}$$

Koefisien Ketahanan R_n :

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{495.533,5}{20 \times 35^2} = 20,2177 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 2,02177 \text{ MPa.}$$

$$R_n = \rho f_y (1 - 0,59 \frac{\rho f_y}{f'_c}) = 240 \rho (1 - 0,59 \frac{240 \rho}{17,5})$$

$$= 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

Dengan menyamakan kedua nilai R_n diatas, serta memperhatikan satuannya, diperoleh :

$$2,02177 = 240 \rho - 1941,94 \rho^2.$$

$$1941,94 \rho^2 - 240 \rho + 2,02177 = 0$$

$$\rho = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{240 \pm \sqrt{240^2 - 4 \times 1941,94 \times 2,02177}}{2 \times 1941,94}$$

$$= 0,00909.$$

$$\rho_{min} = 0,00583 < \rho < \rho_{maks} = 0,0282 \Rightarrow \text{dipakai } \rho = 0,00909$$

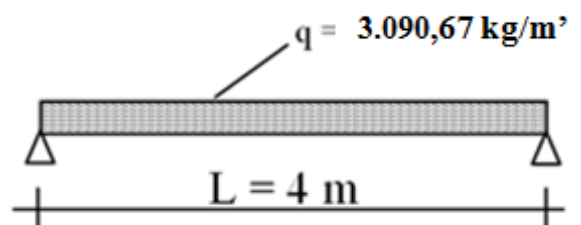
$$\text{Luas tulangan } A_s = \rho b d = 0,00909 \times 20 \times 35 = 6,363 \text{ cm}^2 = 636,3 \text{ mm}^2$$

Digunakan baja tulangan 6D12 (dengan luas $A_s = 679 \text{ mm}^2$).

$$A_s = \pi r^2 = (3,14) \times (6)^2 = 113,04 \text{ mm}^2 = 113,04 \times 6 = 679 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} 3,14 \times 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2 = 113,04 \times 6 = 679 \text{ mm}^2$$

3. Perhitungan Geser



$$V_u = \frac{1}{2} q \cdot L = \frac{1}{2} (1.981,33) (4) = 3.962,33 \text{ kg} = 39,6233 \text{ kN.}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{39,6233}{0,6} = 66,0443 \text{ kN.}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{17,5} \cdot (200) \cdot (350) \cdot 10^{-3} = 48,8052 \text{ kN.}$$

$$V_{s\text{perlu}} = V_n - V_c = 66,0443 - 48,8052 = 17,2391 \text{ kN.}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} (0,6) (48,8052) = 14,6416 \text{ kN.}$$

Apabila $V_u > \frac{1}{2} \phi V_c$ diperlukan pemasangan tulangan sengkang.

Karena $V_u = 39,6233 > \frac{1}{2} \phi V_c = 14,6416$, maka tulangan sengkang diperlukan.

Kemiringan garis diagram V_s :

$$m = \frac{V_u / 0,5L}{\phi} = \frac{39,6233 / 2}{0,6} = 33,0941 \text{ kN/m.}$$

Tempat nilai diagram $V_s = 0$, yaitu pada jarak

$$= \frac{V_s}{m} = \frac{39,6233}{33,0941} = 1,197 \text{ m dari perletakan.}$$

Menghitung panjang batang yang memerlukan sengkang :

Jaraknya terhadap perletakan adalah :

$$\frac{(V_u - \frac{1}{2} \phi V_c)}{V_u / 0,5L} = \frac{(39,6233 - 14,6416)}{39,6233 / \frac{1}{2}} = 1,261 \text{ m.}$$

Apabila dipilih tulangan D-8 ($A_v = 50 \text{ mm}^2$) untuk sengkang, periksa spasi yang dibutuhkan pada penampang kritis, dimana merupakan tempat yang memerlukan spasi paling rapat,

Penampang kritis :

$$V_{S_k} = V_s - d \text{ (m)} 10^{-3} = 17,2391 - [(350)(33,0941)(10^{-3})] = 5,656 \text{ kN.}$$

$$\text{Jarak sengkang } S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{S_k}} = \frac{(50)(240)(350)}{5.656} =$$

$$123,76 \text{ mm} \Rightarrow \text{digunakan } S = 100 \text{ mm.}$$

Apabila perhitungan spasi yang diperlukan, menghasilkan nilai kurang dari 50 mm, mungkin harus dipertimbangkan penggunaan tulangan sengkang dengan diameter yang lebih besar.

Menentukan spasi maksimum yang dibutuhkan :

Bila nilai $V_{S_k} < \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b \cdot d$, maka spasi maksimum adalah nilai terkecil dari $\frac{1}{2} d$ dan 600 mm.

Bila nilai $V_{S_k} > \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b \cdot d$, maka spasi maksimum adalah nilai terkecil dari $\frac{1}{4} d$ dan 300 mm.

Kriterian lain yang perlu diperhatikan ialah persyaratan luas penampang tulangan minimum,

sebagai berikut; $A_v = \frac{1}{3} \frac{b \cdot S}{f_y} \text{ atau } S_{maks} = \frac{3 A_v f_y}{b}$

$$V_{S_k} = 36,188 \text{ kN.}$$

$$\frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b \cdot d = \frac{1}{3} \sqrt{17,5 \cdot (200) \cdot (350)(10^{-3})} = 97,6103 \text{ kN.}$$

Karena $V_{S_k} < \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b \cdot d$, maka $S_{maks} = \frac{1}{2} (d) = \frac{1}{2} (350)$

$$S_{maks} = \frac{3 A_v f_y}{b} = \frac{3(50)(240)}{(200)} = 180 \text{ mm.}$$

Dari hasil pemeriksaan berdasarkan pada kriteria satu dan tiga tersebut diatas, nilai terkecil yang dipakai ialah jarak spasi maksimum 100 mm untuk keseluruhan panjang balok.

I. Perhitungan Kolom

1. Pembebanan Kolom

$$\text{beban balok atap} = 4 \times \{0,5 \times (q_u \times L)\} = 4 \times \{0,5 \times (890,93 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m})\} = 7.127,44 \text{ kg.}$$

$$\text{beban balok lantai} = 4 \times \{0,5 \times (q_u \times L)\} = 4 \times \{0,5 \times (3.090,67 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m})\} = 24.725,36 \text{ kg.}$$

$$\text{Total beban balok } P_u = 7.127,44 \text{ kg} + 24.725,36 \text{ kg}$$

$$= 31.852,8 \text{ kg} = 318.528 \text{ N.}$$

2. Dimensi Kolom

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_u}{0,8 \phi \{0,85 f'_c (1 - \rho_g) + f_y \rho_g\}}$$

$$= \frac{318.528}{0,8 \times 0,65 \{0,85 \times 17,5 (1 - 0,03) + 240 \times 0,03\}}$$

$$A_g \text{ perlu} = 29.809,786 \text{ mm}^2.$$

Ukuran kolom bujur sangkar yang diperlukan

$$\text{menjadi} = \sqrt{29.809,786} = 172,6651 \text{ mm.}$$

$$\text{Ditetapkan ukuran } 180 \text{ mm, } A_g \text{ aktual} = (180)^2 = 32.400 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Beban pada daerah beton} = 0,80 \phi (0,85 f'_c) A_g (1 - \rho_g)$$

$$= 0,80 \times 0,65 (0,85 \times 17,5) \times 32.400 \times (1 - 0,03) = 243.095,58 \text{ N}$$

Dengan demikian, beban yang harus disangga oleh batang tulangan baja adalah :

$$318.528 - 243.095,58 = 75.432,42 \text{ N.}$$

$$A_{st} \text{ perlu} = \frac{\text{Beban yang disangga baja tulangan}}{0,8 \phi f_y}$$

$$= \frac{81.072,42}{0,8 \times 0,65 \times 240} = 604,426 \text{ mm}^2.$$

$$A_s = \pi r^2 = (3,14) \times (6)^2 = 113,04 \text{ mm}^2 = 113,04 \times 6$$

$$= 678,24 \text{ mm}^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} 3,14 \times 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2 = 113,04 \times 6$$

$$= 678,24 \text{ mm}^2$$

Digunakan Besi tulangan 6D12 (678,24 mm²)

J. Perhitungan Portal

1. Pembebanan Portal A

Diketahui :

Mutu beton $f'_c = 17,5 \text{ MPa.}$

Mutu baja $f_y = 240 \text{ MPa.}$

Dimensi Balok = 15/30; kolom beton 18/18.

Kolom berpengikat sengkang

Beban mati pelat atap (q_{PA}) / (DL) = 356 kg/m.

Beban mati pelat lantai (q_{PL}) / (DL) = 260 kg/m.

Beban hidup pelat atap (q_{PA}) / (LL) = 100 kg/m.

Beban hidup pelat lantai (q_{PL}) / (LL) = 250 kg/m.

Beban angin (WL) = 45 x 4 m = 180 kg/m.

Beban $P_1 = 890,93 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 3.563,72 \text{ kg.}$

Beban $P_2 = (890,93 + 2/3 \times 2 \times 587,2) \text{ kg/m} \times 4 \text{ m}$

$$= 6.695,45 \text{ kg.}$$

Beban $P_3 = 890,93 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 3.563,72 \text{ kg.}$

Beban $P_4 = 1.981,33 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 7.925,32 \text{ kg.}$

Beban $P_5 = (1.981,33 + 2/3 \times 2 \times 832) \text{ kg/m} \times 4 \text{ m}$

$$= 12.362,65 \text{ kg.}$$

Beban $P_6 = 1.981,33 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 7.925,32 \text{ kg.}$

2. Pembebanan Portal B

Diketahui :

Mutu beton $f'_c = 17,5 \text{ MPa.}$

Mutu baja $f_y = 240 \text{ MPa.}$

Dimensi Balok = 15/30; kolom beton 18/18.

Kolom berpengikat sengkang

Beban mati pelat atap (q_{PA}) / (DL) = 356 kg/m.

Beban mati pelat lantai (q_{PL}) / (DL) = 260 kg/m.

Beban hidup pelat atap (q_{PA}) / (LL) = 100 kg/m.

Beban hidup pelat lantai (q_{PL}) / (LL) = 250 kg/m.

Beban angin (WL) = 45 x 4 m = 180 kg/m.

Beban $P_1 = 890,93 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 3.563,72 \text{ kg}$.
 Beban $P_2 = (890,93 + 2/3 \times 2 \times 587,2) \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 6.695,45 \text{ kg}$.
 Beban $P_3 = (890,93 + 2/3 \times 2 \times 587,2) \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 6.695,45 \text{ kg}$.
 Beban $P_4 = 890,93 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} = 3.563,72 \text{ kg}$.
 Beban $P_5 = 1981,33 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} + (3.324,97 + 3.563,72) = 14.814,01 \text{ kg}$.
 Beban $P_6 = 6.695,45 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} + (3.324,97 + 3.563,72) = 33.670,49 \text{ kg}$.
 Beban $P_7 = 6.695,45 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} + (3.324,97 + 3.563,72) = 33.670,49 \text{ kg}$.
 Beban $P_8 = 1981,33 \text{ kg/m} \times 4 \text{ m} + (3.324,97 + 3.563,72) = 14.814,01 \text{ kg}$.

K. Perhitungan Beban Gempa

- Berat bangunan total (W_t)
 Beban pelat atap.
 Beban Mati:
 pelat = $8 \times 12 \times 0,12 \times 2400 = 27.648 \text{ kg}$.
 balok atap = $17 \times 4 \times 0,15 \times 0,30 \times 2400 = 9.504 \text{ kg}$.
 plafon = $8 \times 12 \times 50 = 6.000 \text{ kg}$.
 $W_m = 43.152 \text{ kg}$.
 Beban Hidup:
 qh atap = 100 kg/m^2 .
 koefisien reduksi = 0,3
 $W_h = 0,3 (8 \times 12 \times 100) = 2.880 \text{ kg}$.
 Beban total pelat atap (W_a) = $43.152 + 2.880 = 46.032 \text{ kg}$.
- Beban pelat lantai.
 Beban Mati:
 pelat = $8 \times 12 \times 0,12 \times 2400 = 27.648 \text{ kg}$.
 balok lantai = $17 \times 4 \times 0,20 \times 0,40 \times 2400 = 13.056 \text{ kg}$.
 Kolom = $15 \times 4 \times 0,18 \times 0,18 \times 2400 = 4.665,6 \text{ kg}$.
 dinding = $34 \times 4 \times 4 \times 250 = 136.000 \text{ kg}$.
 plafon = $8 \times 12 \times 50 = 4.800 \text{ kg}$.
 $W_m = 186.169,6 \text{ kg}$.
 Beban Hidup:
 qh atap = 250 kg/m^2 .
 koefisien reduksi = 0,3
 $W_h = 0,3 (8 \times 12 \times 250) = 2.880 \text{ kg}$.
 Beban total pelat lantai (W_l) = $182.617,6 + 2.880 = 189.049,6 \text{ kg}$.
- Beban total (W_t) = $46.032 + 189.049,6 = 235.081,6 \text{ kg}$.
 Waktu getar bangunan (T) Mencari waktu getar bangunan dapat dicari Dengan menggunakan rumus empiris:
 $T_x = T_y = \zeta \cdot n$
 $= 0,16 \cdot 8$
 $= 1,28$

Di mana nilai koefisien ζ telah ditetapkan menurut Tabel 8. standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung sni – 1726 – 2002, dan nilai n adalah tinggi bangunan yaitu $n = 8$

4. Koefisien gempa dasar (C)

Dari ketetapan standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung sni – 1726 – 2002 yang terdapat di grafik wilayah gempa untuk pagaram adalah di wilayah gempa-5.

Untuk $T_x = T_y = 0,16 \cdot 8 = 1,28$, dan untuk jenis tanah lunak rumusnya adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{0,35}{T} = \frac{0,35}{1,28} = 0,273$$

Jadi nilai C diperoleh $C = 0,273$

- Faktor keutamaan I dan faktor jenis struktur K
 Di peroleh dari Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung I = 1 dan K = 1, untuk bangunan kantor yang menggunakan struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh.

- Gaya geser horizontal total akibat gempa

$$V_x = V_y = C \cdot I \cdot K \cdot W_t$$

$$= 0,273 \times 1 \times 1 \times 235.081,6$$

$$= 64.177,2768 \text{ kg}$$

- Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung

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

$$F_1 = \frac{46.032 \times 8}{46.032 \times 8 + 189.049,6 \times 4} \times 64.177,276$$

$$= 21.017,8974 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{189.049,6 \times 4}{46.032 \times 8 + 189.049,6 \times 4} \times 64.177,276$$

$$= 43.159,1507 \text{ kg}$$

Gaya gempa arah X untuk satu portal :

$$F_1 = 20.965,2298 / 4 = 5.254,474 \text{ kg}$$

$$F_2 = 42.242,3512 / 4 = 10.789,788 \text{ kg}$$

L. Analisa Struktur Dengan Program Staad Pro 2007



Gambar 5. Rencana Struktur Rumah 2 Lantai

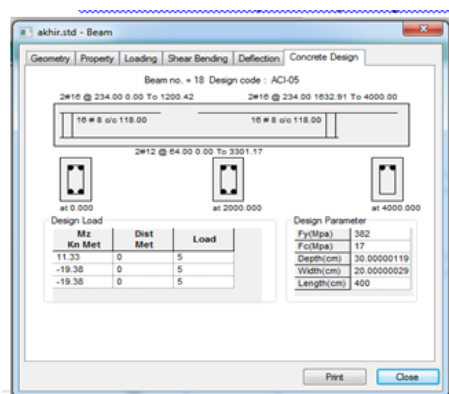
1. Dimensi Struktur

Perencanaan dimensi balok dan kolom yang sesuai dengan perencanaan rumah 2 lantai di Kelurahan Pelang Kenidai Kecamatan Dempo Tengah Pagar Alam adalah seperti dibawah ini :

1. Balok atap : 20/30
2. Balok lantai : 20/40
3. Kolom : 30/30

a. Perhitungan Balok Atap 20/30

Perhitungan balok atap dengan ukuran 20 x 30 menggunakan program STAAD PRO 2007, maka didapatkan untuk momen maksimum terletak pada balok (*beam*) nomor 23 dengan bentang balok 4 meter, untuk ukuran balok atas (20 x 30) didapatkan jumlah tulangan, tulangan tumpuan kanan 2 D 16, tulangan tumpuan kiri 2 D 16, tulangan bawah 2 D 12, dan tulangan geser D 8 - 118 mm dengan jumlah tulangan 16. Bisa dilihat seperti gambar dibawah ini.

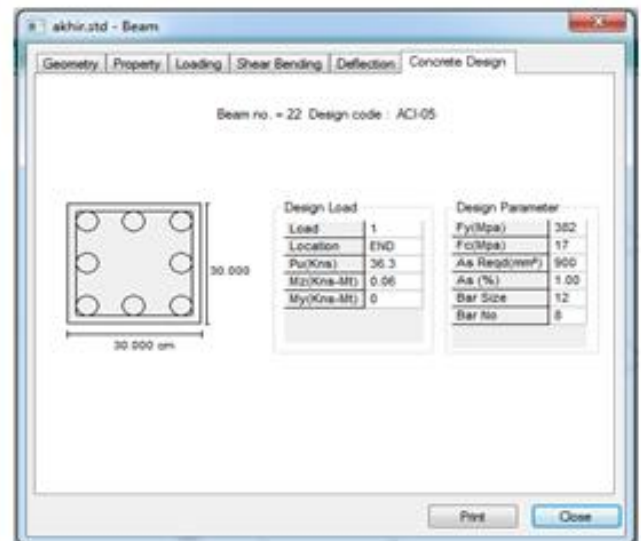


Gambar 6. Pembesian Balok Atap 20/30 STAAD Pro 2007

Gambar diatas adalah hasil perhitungan STAAD PRO 2007 seperti dilihat ada bagian balok yang tidak memiliki tulangan diatas adalah kekurangan dari program tersebut, tidak mungkin dilapangan balok tidak memakai tulangan tekan. Jadi solusinya adalah dengan membuat tulangan bawah menerus sampai keujung.

b. Perhitungan Balok lantai 20/40

Perhitungan balok lantai dengan ukuran 20 x 40 menggunakan program STAAD PRO 2007, maka didapatkan untuk momen maksimum terletak pada balok (*beam*) nomor 18 dengan bentang balok 4 meter, untuk ukuran balok lantai (20 x 30) didapatkan jumlah tulangan, tulangan tumpuan kanan 2 D 16, tulangan tumpuan kiri 2 D 16, tulangan bawah 2 D 16, dan tulangan geser 11 D 8 c/c 167 mm. Bisa dilihat seperti gambar dibawah ini

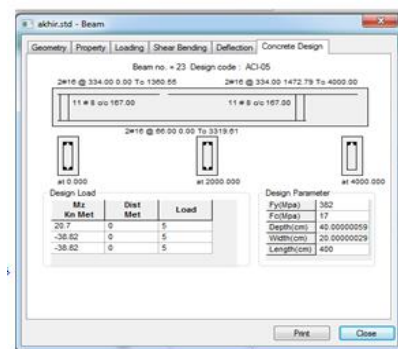


Gambar 7. Pembesian Balok Lantai 20/30 STAAD Pro 2007

Gambar diatas adalah hasil perhitungan STAAD PRO 2007 seperti dilihat ada bagian balok yang tidak memiliki tulangan diatas adalah kekurangan dari program tersebut, tidak mungkin dilapangan balok tidak memakai tulangan tekan. Jadi solusinya adalah dengan membuat tulangan bawah menerus sampai keujung.

c. Perhitungan Kolom 30/30

Analisa menggunakan program staad pro 2007 dengan dimensi 30 cm x 30 cm, maka kolom yang menerima beban maksimum terletak pada kolom (*beam*) 24 didapatkan tulangan sebanyak 8 D 12, bisa dilihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 8. Pembesian Kolom 30/30 STAAD Pro 2007

IV. SIMPULAN

Setelah melakukan analisa perhitungan secara manual maupun dengan program STAAD PRO 2007 Pada perencanaan pembangunan rumah 2 lantai di Kelurahan Pelang Kenidai Kecamatan Dempo Tengah Pagar Alam penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Setelah melakukan pengumpulan data dan dianalisis didapatkan beban-beban yang bekerja

seperti beban plat atap 587,2 kg/m', beban plat lantai 832 kg/m'.

2. Pada perhitungan dimensi balok secara manual balok atap dengan bentang balok 4 m didapatkan dimensi minimum balok 20 x 30 cm tulangan 4 D 12, dan analisa menggunakan program STAAD PRO 2007 balok atap berubah menjadi dimensi 20 x 30 dengan bentang 4 m mampu menahan beban yang bekerja, jumlah tulangan tumpuan atas 4 D 16, dan tulangan tumpuan bawah 2 D 12 serta tulangan geser 16 D 8 c/c 118 mm.
3. Pada perhitungan dimensi balok secara manual balok atap dengan bentang balok 4 m didapatkan dimensi minimum balok 20 x 40 cm tulangan 6 D 12, dan analisa menggunakan program STAAD PRO 2007 balok 20 x 40 dengan bentang 4 m mampu menahan beban yang bekerja, jumlah tulangan tumpuan atas 4 D 16, dan tulangan tumpuan bawah 2 D 16 serta tulangan geser 11 D 8 c/c 167 mm.
4. perhitungan kolom secara manual didapat dimensi minimum 30 x 30 dengan tulangan 6 D 12 dan analisa menggunakan program STAAD PRO 2007 kolom 30 x 30 dengan tinggi 4 m mampu menahan beban yang bekerja, jumlah tulangan pokok pada kolom tersebut didapatkan tulangan 8 D 12.
5. Untuk pelat lantai secara manual syarat minimum tebal plat lantai adalah 0,12 m Digunakan baja tulangan D10 – 100 (dengan luas As = 785,4 mm²).
6. Perhitungan tangga dilakukan secara manual dengan lebar 1,4 m dengan tebal 0,12 m Digunakan baja tulangan D10 – 100 (dengan luas As = 785,4 mm²).

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyo, Gesang Hadi., 2010, “*Perhitungan perencanaan Struktur Gedung Beton bertulang Di Jalan Ahmad Yani Pontianak*”, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Direktorat Pendidikan Masalah Bangunan, 1983, “*Peraturan pembebanan Indonesia Untuk Gedung*”, Yayasan lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Hasanah, Ulfah Uswatun., 2009, “*Perencanaan Struktur Gedung Kantor Pajak 2 Lantai*”, Tugas Akhir : Universitas Sebelas Maret, Solo.
- Juwana, Jimmy S., 2005, “*Panduan Sistem Bangunan Tinggi*”, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Permatasari, Linda., Putra W, Rahadhiyan., Sabdono, Parang., Wibowo, Hardi, 2014, “*Perencanaan Struktur Gedung Menara BRI*

Semarang”, Universitas Diponegoro, Semarang.

- Schueller, Wolfgang., 2001, “*Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi*”, Penerbit Refika, Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, SNI 03 - 1729 – 2002, “*Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*”, Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia, SK SNI 03 - xxxx - 2002, “*Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*”, Badan Standard Nasional.
- Susanto, Joko., 2010, “*Perencanaan Struktur Gedung Factory Outlet dan Café 2 Lantai*”, Tugas Akhir : Universitas Sebelas Maret, Solo.
- Sunaryo, 2010, “*Perencanaan Struktur Gedung Supermarket Dan Fashion Dua Lantai*”, Tugas Akhir : Universitas Sebelas Maret, Solo.
- Supribadi, I Ketut, 1986, “*Ilmu Bangunan Gedung*”, Armico: Bandung.
- Wicakson, Panji Pandu., 2011, “*Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai*”, Tugas Akhir : Universitas Sebelas Maret, Solo.