

## ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR BALOK GEDUNG X KABUPATEN KAMPAR

Arif Gunawan<sup>1</sup>, Beny Setiawan<sup>2</sup>, Hanantatur Adeswastoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pahlawan

<sup>2,3</sup>Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pahlawan

e-mail: <sup>1</sup>argunar6@gmail.com, <sup>2</sup>beny.setiawan.mt.up@gmail.com, <sup>3</sup>hanantatur@gmail.com

### Abstract

*Planning a building certainly must pay attention to several main elements, such as beauty, comfort, strength, and the economic value of the construction of the building. One of the most influential factors in planning the structure of a building is the strength of the structure. The purpose of this study is to determine other design alternatives for the PMI building beams in Kampar Regency and determine which planning is more efficient, simple, optimal, fast and precise.*

*The results of the research conducted using the standard analysis of SNI 2847-2019 "Requirements for Structural Concrete for Buildings" show that the dimensions of the beam after the analysis are found to be 200 × 350 beam dimensions using 21 MPa concrete fc. Height measurements for floor slabs based on SNI 2847-2019 are found to be 130 mm in height. The design of the beam in the support area was found to use 2D19 for the bottom reinforcement and the top reinforcement using 4D19 with a steel fy of 400 MPa. The design of the beam in the field area based on the analysis of SNI 2847-2019 found the results for the upper reinforcement 4D19 and the lower reinforcement 6D19 with a steel fy of 400 Mpa. The stirrup area from the analysis results using 10-50 mm for the support area and 10-125 mm for the field area. For steel using fy quality 240 Mpa.*

**Keywords:** Structure, beams, SNI 2847-2019

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang Penelitian

Struktur bangunan adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban yang diakibatkan oleh adanya bangunan di atas tanah. Fungsi struktur dapat disimpulkan untuk memberi kekuatan dan kekakuan yang diperlukan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami keruntuhan. Struktur merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban-beban. Beban-beban tersebut menumpu pada elemen-elemen untuk selanjutnya disalurkan ke bagian bawah tanah bangunan, sehingga beban-beban tersebut akhirnya dapat ditahan. (Andrew Charleson,2018)

Berkembangnya ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil saat ini begitu pesat. Hal ini sangat membantu manusia dalam melakukan analisis struktur yang rumit dan menggunakan waktu yang lama menjadi mudah dan cepat. Untuk mendesain bangunan seorang perencana dituntut agar mendesain suatu bangunan dengan kualitas yang baik dengan biaya yang seekonomis mungkin serta memenuhi fungsi dan kebutuhan bangunan. Selain itu seorang perencana juga diharuskan untuk memilih bahan bangunan yang tepat untuk perencanaannya.

Perencanaan suatu gedung tentunya harus diperhatikan beberapa unsur utama, yaitu keindahan, kenyamanan, kekuatan, serta nilai ekonomis dari pembangunan gedung tersebut. Salah satu faktor yang paling berpengaruh dalam perencanaan struktur bangunan gedung adalah kekuatan struktur bangunannya, dimana faktor ini sangat terkait dengan keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan atau menampung beban yang bekerja pada struktur.

Data pada tahun 2019 yang didapatkan dari Kominfo Kabupaten Kampar mengatakan kebutuhan darah di Kabupaten Kampar dari waktu ke waktu terus meningkat, untuk mendukung hal itu maka dibutuhkan fasilitas yang menunjang kegiatan tersebut. Hal itu menjadi dasar pembuatan gedung baru X di Kabupaten Kampar.

Terkait dengan pembangunan gedung baru ini maka penulis tertarik untuk menganalisis ulang struktur balok pada gedung ini, yang mana pada saat melakukan pra-penelitian ke lokasi gedung X Kabupaten Kampar didapatkan hasil bahwa balok gedung memiliki dimensi yang relatif besar. Sehingga dapat diketahui apakah balok pada gedung ini mengalami *overdesign* atau malah tidak memenuhi persyaratan yang ada.

### **Rumusan Masalah Penelitian**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah ini adalah apakah dalam perencanaan desain balok gedung X Kabupaten Kampar ini memenuhi kaedah perencanaan dengan standar teknik yang seharusnya.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk perencanaan lain dari perencanaan yang telah dilakukan pada struktur balok gedung X Kabupaten Kampar, dan untuk mengetahui detail dimensi dan tulangan pada balok yang dibutuhkan untuk menahan beban-beban yang bekerja pada struktur gedung X Kabupaten Kampar.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Bagi mahasiswa  
Penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan menjadi bahan pertimbangan/rujukan jika akan membahas penelitian yang sejenis.
2. Bagi instansi terkait  
Dapat menjadi bahan masukan dan pertimbangan bagi pihak konsultan dan kontraktor dalam merencanakan suatu struktur balok dikemudian hari.
3. Bagi peneliti  
Penelitian ini dapat menjadi wawasan dan mempertajam kemampuan untuk menganalisis bagi peneliti, sehingga dapat menjadi bekal di dunia kerja nantinya.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Struktur Pengertian**

Struktur bangunan adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban yang diakibatkan oleh adanya bangunan di atas tanah. Fungsi struktur dapat disimpulkan untuk memberi kekuatan dan kekakuan yang diperlukan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami keruntuhan. Struktur merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban-beban. Beban-beban tersebut menumpu pada elemen-elemen untuk selanjutnya disalurkan ke bagian bawah tanah bangunan, sehingga beban-beban tersebut akhirnya dapat ditahan. (Andrew Charleson,2018)

### **Perencanaan Struktur**

Erly Suandy (2021) mengatakan bahwa perencanaan adalah sebuah proses dalam menentukan tujuan organisasi dan juga menyajikannya secara lebih jelas dengan berbagai strategi, taktik, dan operasi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan utama organisasi secara keseluruhan.

Perencanaan merupakan bagian yang penting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan lainnya. Perencanaan dari suatu konstruksi bangunan harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan yaitu :

1. Kuat, Struktur gedung atau konstruksi lainnya harus direncanakan kekuatan batasnya terhadap pembebanan.
2. Kokoh, Struktur gedung harus direncanakan agar deformasi atau perubahan bentuk yang terjadi tidak melebihi deformasi yang telah ditentukan.
3. Ekonomis, Konstruksi yang dibangun harus dibuat dengan biaya semurah mungkin dan disesuaikan dengan biaya yang ada tanpa mengurangi mutu dan kekuatan bangunan.
4. Artistik (Estetika), Konstruksi yang dibangun harus memperhatikan nilai-nilai keindahan, tata letak dan bentuk sehingga setiap orang yang menempatnya akan merasa aman dan nyaman.

### **Pedoman Perencanaan Struktur**

Setiap perencanaan struktur memerlukan pedoman nilai ambang batas yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), untuk mengetahui peraturan dan syarat-syarat keamanan tertentu yang berlaku di Indonesia.

Pedoman yang digunakan dalam perhitungan ulang struktur gedung X Kabupaten Kampar adalah pedoman :

1. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847 - 2019).
2. Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain ( SNI 1727-2013).
3. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 03-1726-2019).

4. Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (RSNI 1727-2018).
5. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847-2019).

**Macam-macam Pembebanan**

**Beban Mati**

Beban mati merupakan semua berat sendiri gedung dan segala unsur tambahan yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut. Menurut SNI 1727:2013, yang termasuk beban mati adalah seperti dinding, lantai, atap, plafon, tangga dan *finishing*.

**Beban Hidup**

Beban hidup 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, dan beban mati. (SNI 1727:2013).

Karakteristik beban hidup adalah dapat berpindah atau bergerak. Contoh beban hidup adalah berat manusia, perabot, dan barang yang disimpan.

**Kombinasi Pembebanan**

Kombinasi beban menurut “Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain” (SNI 1727:2018) sebagai berikut:

1.  $1,4 D$
2.  $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3.  $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
4.  $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5.  $0,9 D + 1,0 (W \text{ atau } E)$

Dengan :  $D$  = Beban Mati                       $S$  = Beban Salju                       $E$  = Beban Gempa  
 $L$  = Beban Hidup                               $R$  = Beban Air hujan  
 $W$  = Beban Angin                               $L_r$  = Beban Hidup Atap

**Perencanaan Tinggi Balok Minimum**

Ketebalan tinggi balok yang tidak bertumpu atau melekat pada partisi atau konstruksi lain yang mungkin rusak akibat lendutan yang besar, keseluruhan tinggi balok tidak boleh kurang dari batas minimum pada Tabel dibawah.

Tabel 1. Tinggi Minimum Balok

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

**Menentukan Luas Tulangan Balok**

Menentukan luas tulangan yang harus digunakan / dipasang pada balok, maka perlu data yang berkaitan dengan dimensi balok ( $b, h, d, d_s$  dan  $d'_s$ ), mutu bahan beton bertulang ( $f'_c$  dan  $f_y$ ) dan beban yang bekerja pada balok ( $M_u \rightarrow$  untuk menentukan  $M_n$ ).

$$n = \frac{As \text{ Perlu}}{As \text{ Tulangan Dipakai}} \dots\dots\dots [1]$$

Dengan:

$n$  = Jumlah tulangan perlu

**Perhitungan Senggang Balok**

Persamaan yang digunakan terkait dengan senggang balok, maka langkah hitungan senggang balok dapat ditentukan berdasarkan 3 tahap sebagai berikut :

1. Dihitung gaya geser  $V_u$  dan gaya geser yang ditahan oleh beton ( $\emptyset \cdot V_c$ ).
2. Dihitung gaya geser yang ditahan oleh senggang ( $V_s$ ).
3. Dihitung luas senggang yang diperlukan untuk setiap 1 m panjang balok ( $A_v,u$ ) dan jarak antar senggang atau spasi senggang.

**Distribusi Pembabanan Balok dari Pelat**

Distribusi beban pada pelat dapat dilihat dari fenomena pembebanan pelat. Bila suatu pelat persegi dengan tumpuan sederhana di empat sisinya dan dibebani hingga retak dan akhirnya runtuh maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Retak yang pertama terjadi tegak lurus bentang pendek.
2. Retak berlanjut hingga pertemuan tumpuan dengan sudut 45°.
3. Pola retak ( bentuk amplop) identik dengan pembagian beban pelat ke balok.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Metode Pengumpulan Data**

Data diperlukan untuk mencapai tujuan dari penelitian. Data dalam penelitian ini terbagi atas 2 (dua) yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang berupa data-data yang diperoleh dan dikumpulkan melalui wawancara secara langsung dengan para responden, yang mana data-data tersebut bisa diperoleh langsung dari pihak perencana dan disetujui instansi terkait. Sedangkan data sekunder berupa jurnal penelitian yang relevan yang didapat dengan cara mencari melalui situs, atau artikel yang tersedia di internet, mendatangi langsung ke kantor-kantor atau instansi yang terkait. Pengumpulan data dan informasi bangunan gedung, baik data sekunder maupun data primer dilakukan dengan teliti. Data yang didapatkan adalah *Shop Drawing* gedung.

**Metode Analisis Data**

Analisis perhitungan desain struktuer dibantu dengan menggunakan bantuan program komputer yaitu *Microsoft Excel*.

Langkah-langkah dalam analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan dimensi balok.

Pada tahap ini ditentukan apakah balok sudah memenuhi syarat sesuai dengan tabel 4, dimana pada gedung X ini perletakan baloknya menggunakan perletakan sederhana sehingga rumus menentukan tinggi minimal balok adalah :

$$h = l/16 \dots\dots\dots [2]$$

Dengan:

$h$  = Tinggi minimum balok (mm)

$l$  = Panjang bentang (mm)

Persamaan menentukan lebar baloknya:

$$b_{min} = 2/3 h ; b = 1/2 h \dots\dots\dots [3]$$

Dengan:

$b_{min}$  = Lebar minimum balok (mm)

Persamaan menentukan tebal pelat lantai:

$$h_{min} = lh/36 \dots\dots\dots [4]$$

Dengan:

$lh$  = Bentang terpanjang (mm)

2. Menghitung Pembebanan.

Beban yang diperhitungkan terdiri dari 2 jenis beban yaitu beban mati dan beban hidup. Beban mati merupakan beban sendiri dari struktur gedung, beban mati bisa dihitung dengan beracuan pada berat material. Beban hidup yang bekerja pada pelat lantai bisa dihitung sesuai peruntukan fungsi gedungnya, hal ini telah diatur dalam RSNI 1727:2018. Setelah beban mati dan beban hidup diketahui maka  $q_u$  bisa diketahui dengan persamaan kombinasi pembebanan sebagai berikut :

$$q_u = 1,2D + 1,6L \dots\dots\dots [5]$$

Dengan :

$D$  = Beban mati (kn/m<sup>2</sup>)

$L$  = Beban hidup (kn/m<sup>2</sup>)

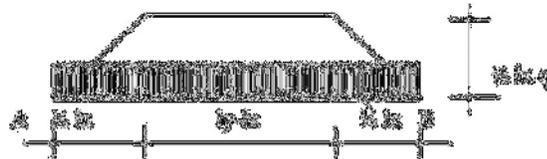
Beban yang bekerja pada balok adalah beban balok itu sendiri dan juga beban yang diterima balok dari pelat lantai, untuk menentukan bentuk pembebanan pada pelat digunakan rumus :

$$l_y/l_x < 2(2 \text{ arah}) \text{ Atau } l_y/l_x \geq 2(1 \text{ arah}) \dots\dots\dots [6]$$

Dengan:

- $l_y$  = Bentang arah memanjang pelat lantai (m)
- $l_x$  = Bentang arah melintang pelat lantai (m)

Pada pelat dengan hasil pelat 2 arah bentuk pembebanannya seperti amplop, sedangkan pada pelat dengan hasil pelat 1 arah bentuk distribusi gaya berbentuk segi panjang. Pembebanan dengan bentuk amplop ini harus diubah menjadi beban merata dengan rumus sesuai dengan gambar 1 dan gambar 2.



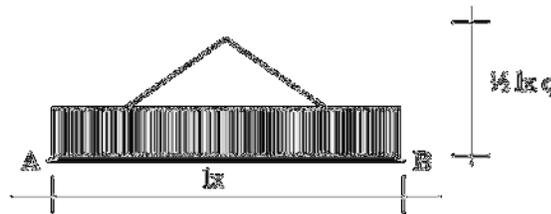
Gambar 1. Model Matematis Pembebanan Trapesium

Beban trapesium ini dikonversikan menjadi beban merata menggunakan rumus berikut ini:

$$q_{eq} = \frac{w \times l_x}{2} \times \left( 1 - \frac{1}{3 \times \left( \frac{l_y}{l_x} \right)^2} \right) \dots\dots\dots [7]$$

Dengan:

- $w$  = Beban yang bekerja (kn/m<sup>2</sup>)



Gambar 2. Model Matematis Pembebanan Segitiga

Beban segitiga ini dikonversikan menjadi beban merata menggunakan rumus berikut ini:

$$q_{eq} = \frac{w \times l_x}{3} \dots\dots\dots [8]$$

3. Menentukan luas tulangan balok.

Pada tahap awal ialah menentukan dimensi balok sesuai data yang ada. Setelah beban ultimate ditentukan maka dihitung rasio tulangan izin dengan  $\rho_{min} \geq \rho$  jika tidak memenuhi persyaratan maka penampang diperkecil. Jika telah memenuhi persyaratan maka ditentukan apakah tulangan tekan sudah leleh apa belum dengan rumus :

$$\rho - \rho' \geq \frac{\beta_1 \cdot 0,85 \cdot f'c \cdot d'}{f_y \cdot d} \cdot \frac{600}{600 - f_y} \dots\dots\dots [9]$$

Dengan :

- $\rho$  = Rasio tulangan
- $f_c$  = Mutu beton (Mpa)
- $f_y$  = Mutu baja (Kn/cm<sup>2</sup>)
- $d$  = Jarak Dari Serat Tekan Terluar Ke Pusat Tulangan (mm)
- $d'$  = Jarak Tulangan Atas Ke Tepi Luar Serat Beton (mm)

Jika tulangan sudah leleh maka dihitung rasio tulangan izin  $\rho_{mak}$  dapat dihitung dengan :

$$p_b = \frac{\beta_1 \cdot 0,85 \cdot f'c \cdot d'}{f_y \cdot d} \cdot \frac{600}{600 - f_y} \text{ atau } \rho_{maks} = 0,75p \cdot b + \rho' \frac{f_s'}{f_y} \dots\dots\dots [10]$$

Jika tidak memenuhi syarat  $\rho \leq \rho_{maks}$  maka penampang diperbesar, selanjutnya tentukan luas tulangan dengan :

$$a = \frac{As \cdot fy - As' \cdot fs'}{0,85 \cdot fc' \cdot b} \dots\dots\dots [11]$$

Dengan :

$As$  = Luas tulangan non prategang ( $mm^2$ )

Kemudian dihitung momen pikul  $Mn$  dengan :

$$Mn = \left[ (As \cdot fy - As' \cdot fs') \left( d - \frac{a}{2} \right) \right] + [(As' \cdot fs')(d - d')] \dots\dots\dots [12]$$

Perhitungan luas tulangan dinyatakan selesai jika:

$$Mn \geq Mu \dots\dots\dots [13]$$

Dengan :

$Mn$  = Rasio tulangan

$Mu$  = Mutu beton (Mpa)

4. Evaluasi

Pada tahap ini balok yang  $Mn \geq Mu$ , berarti balok tersebut telah sesuai dengan perencanaan balok yang ada, jika tidak memenuhi maka balok harus didesain ulang. Balok yang  $Mn$  nya berselisih jauh dengan  $Mu$  maka balok dinyatakan *overdesign*, balok seperti ini sebaiknya didesain ulang.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perencanaan Dimensi Balok dan Plat Lantai**

1. Dimensi Balok.

Panjang bentang balok terpanjang pada bangunan adalah 4,5 m, untuk menghitung tinggi balok digunakan rumus sesuai SNI 2847-2019, dimana untuk perletakan sederhana menggunakan rumus persamaan 2, dari hasil perhitungan didapatkan untuk tinggi balok  $h_{min} = 0,281 m$ , maka bisa direncanakan untuk tinggi balok lebih besar dari 0,281 m menjadi 0,350 m atau 350 mm. Lebar balok dihitung menggunakan rumus persamaan 3, dari hasil perhitungan didapatkan lebar balok  $b_{min} = 175 mm$ , bisa digunakan  $b = 200 mm$ .

2. Tebal Plat Lantai

Mutu baja yang direncanakan untuk penulangan pelat lantai digunakan  $fy = 240 Mpa$ , sehingga untuk menentukan tinggi pelat lantai sesuai SNI 2847-2019 adalah sebagai berikut.

$$h_{min} = \frac{lh}{36} \dots\dots\dots [10]$$

dengan :

$h_{min}$  = Tinggi minimum pelat lantai

$lh$  = Bentang terpanjang

Dari hasil perhitungan pelat lantai didapatkan hasil untuk tinggi pelat lantai minimum adalah 0,125 m. Hal ini menunjukkan tinggi pelat lantai harus lebih besar dari 0,125 m, maka direncanakan untuk tinggi balok menjadi 0,130 m atau 130 mm.

**Analisis Pembebanan**

1. Beban Mati Plat Lantai

Untuk rekapitulasi beban mati pada pelat lantai dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Beban Mati pada Pelat Lantai

No.	Deskripsi	Tinggi (m)	Masa Jenis (Kn/m <sup>3</sup> )	SNI	Berat (Kn/m <sup>2</sup> )
1	Beton bertulang	0,13	24	RSNI 1727-2018	3,120
2	Spesi	0,03	20,4	RSNI 1727-2018	0,612
3	Keramik	0,013	23,6	RSNI 1727-2018	0,307
4	Plafond				0,200
<b>Total Berat Plat</b>					<b>4,239</b>

2. Beban Mati Balok dan Dinding

Pada perencanaan balok didapatkan hasil hitungan adalah 200 mm x 350 mm. Untuk perhitungan berat sendiri balok adalah  $0,35 \times 0,2 \times 24 = 1,680 \text{ Kn/m}^2$ . Rekapitulasi perhitungan berat balok dan dinding dapat dilihat pada tabel dibawah:

No.	Deskripsi	Tinggi (m)	Lebar (m)	Masa Jenis (Kn/m <sup>3</sup> )	Berat (Kn/m <sup>2</sup> )
1	Balok	0,35	0,20	24	1,680
2	Dinding (1/2 bata)	4,10	1,0	2,5	10,250

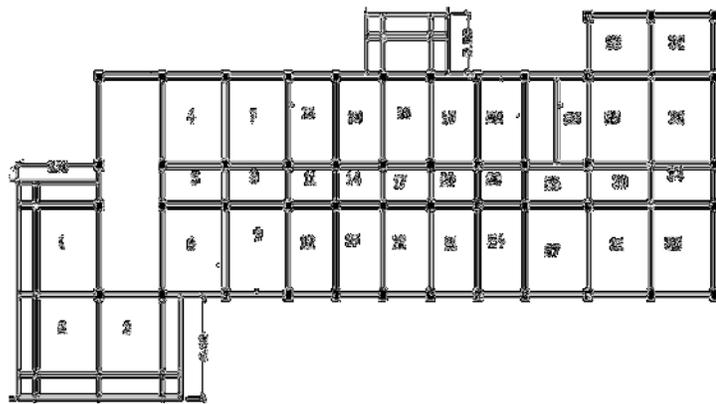
**Beban Hidup**

Beban hidup ditentukan dengan peruntukan fungsi pada gedung, pada kasus ini untuk lantai 2 gedung digunakan untuk area perkantoran dan sesuai dengan SNI 1727-2013 maka beban hidupnya adalah 3,83 kn/m<sup>2</sup>.

**Pembebanan Pelat**

Jenis pembebanan pada pelat ada 2 yaitu pelat 1 arah dan pelat 2 arah dan untuk pelat 2 arah menggunakan metode amplop. Metode amplop adalah metode dimana pada pelat terdapat 2 jenis beban yaitu beban segitiga dan beban trapezium. Untuk menentukan apakah pelat itu 1 arah atau 2 arah digunakan persamaan 5 dan 6.

Berikut denah pelat pada gedung :



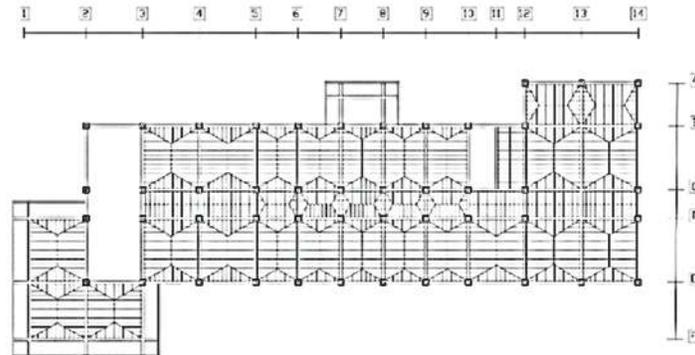
Gambar 1. Kode Pada Plat Lantai

Pada tabel dibawah disajikan hasil perhitungan jenis pelat pada gedung

**Tabel 4. Perhitungan Jenis Arah Pada Pelat**

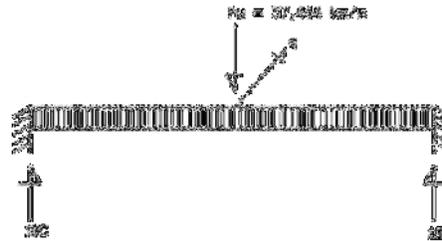
Kode Plat	ly	lx	ly/lx	Hasil
1	4,5	4	1,125	2 Arah
2	4,5	4	1,125	2 Arah
3	4	4	1	2 Arah
4	4,5	4	1,125	2 Arah
5	4	2	2	1 Arah
6	4,5	4	1,125	2 Arah
7	4,5	4	1,125	2 Arah
8	4	2	2	1 Arah
9	4,5	4	1,125	2 Arah
10	4,5	3	1,5	2 Arah
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
23	3	2	1,5	2 Arah
24	3	4,5	0,667	2 Arah
25	4,5	2	2,250	1 Arah
26	4	2	2	1 Arah
27	4,5	4	1,125	2 Arah
28	4	3	1,333	2 Arah
29	4,5	4	1,125	2 Arah
30	4	2	2	1 Arah
31	4,5	4	1,125	2 Arah
32	4	3	1,33	2 Arah
33	4,5	4	1,125	2 Arah
34	4	2	2	1 Arah
35	4,5	4	1,125	2 Arah

Setelah jenis pelat diketahui maka penggambaran bentuk distribusi gaya dapat digambarkan. Pada pelat dengan hasil pelat 2 arah bentuk trapesium digambarkan pada balok dengan bentang yang panjang ( $ly$ ) penyangga pelat dan bentuk segitiga digambarkan pada bagian balok dengan bentang yang pendek ( $lx$ ) penyangga pelat. Dan pada pelat dengan hasil pelat 1 arah bentuk distribusi gaya berbentuk segi panjang dengan bertumpu pada balok dengan bentang yang panjangnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Arah Pembagian Gaya Beban Pada Pelat Lantai

1. Perhitungan Beban Ultimate



Untuk perhitungan beban pada balok 10C – 12C adalah sebagai berikut.

Beban yang bekerja :

$$Pu = 57,444 \text{ kn/m}^2$$

$$q = 57,444 : 2 = 28,722 \text{ kn/m}^2$$

$$\text{Beban Dinding} = 10,25 \text{ kn/m}^2$$

$$\text{Beban Balok} = 1,68 \text{ kn/m}^2$$

$$\text{Berat Pelat} = 4,239 \text{ kn/m}^2$$

$$\text{Tinggi bentang} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Beban Hidup} = 3,83 \text{ kn/m}^2$$

Perhitungan :

$$q \text{ eq} =$$

$$q \text{ eq} = \frac{4,239 \times 2}{2}$$

$$q \text{ eq} = 4,239 \text{ kn/m}^2$$

$$qu = 1,2 \text{ Dl} + 1,6 \text{ LL}$$

$$qu = 59,997 \text{ Kn/m}^2$$

Perencanaan Tulangan

1. Momen Tumpuan dan Lapangan

a. Momen Tumpuan

$$qu = 59,997 \text{ Kn/m}^2$$

$$Mu = \frac{1}{12} \times qu \times l^2 = 101,245 \text{ Kn/m}^2$$

b. Momen Lapangan

$$qu = 59,997 \text{ Kn/m}^2$$

$$Mu = \frac{1}{8} \times qu \times l^2 = 151,867 \text{ Kn/m}^2$$

2. Data Perencanaan Penampang Balok

$$fc = 21 \text{ Mpa}$$

$$\text{Diameter Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$f_y = 400 \text{ Mpa}$	Tebal Selimut Beton = 40 mm (SNI 2847-2019)
$\phi = 0,8$	$d' = \text{selimut beton} + \text{diameter sengkang} + \frac{1}{2} d. \text{ tulangan}$
$\beta_1 = 0,85$ ( untuk $f_c < 30 \text{ Mpa}$ )	$d' = 40 + 10 + \frac{1}{2} 21$
$l = 4500 \text{ mm}$	$d' = 60,5 \text{ mm}$
$h = 350 \text{ mm}$	$d = h - d'$
$b = 200 \text{ mm}$	$d = 350 - 60,5$
Diameter Tulangan = 19 mm	$d = 289,5 \text{ mm}$

**3. Perhitungan Tulangan Utama**

a. Tumpuan  
Hitung :

$$\rho_{min} < \rho_1$$

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

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = 0,0228$$

$$\rho_1 = 0,5 \times \rho_b = 0,0114$$

$$0,0035 < 0,0114$$

$$\rho_{min} < \rho_1 \rightarrow Ok$$

Cek apakah tulangan rangkap atau tunggal dengan :

$$Mn_1 < Mu \text{ (Tulangan Rangkap)}$$

$$Mn_1 > Mu \text{ (Tulangan Tunggal)}$$

$$As_1 = \rho_1 \times b \times d = 658,866 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{As_1 \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = 73,823 \text{ mm}$$

$$Mn_1 = As_1 \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right) = 66,569 \text{ knm}$$

$$66,569 < 101,245$$

$$Mn_1 < Mu \text{ (Tulangan Rangkap)}$$

Cek tulangan leleh atau tidak menggunakan persamaan 5

$$0,0114 \geq 0,0079 \text{ (Tulangan leleh, } f_s' = f_y)$$

$$Mn_2 = \frac{Mu}{\phi} - Mn_1 = 59.986.946,95 \text{ Nmm}$$

$$As' = \frac{Mn_2}{f_s' \times (d - d')} = 654,879 \text{ mm}^2$$

Hitung :

$$As' = As_2$$

$$As = As_1 + As_2 = 1.313,745 \text{ mm}^2$$

Cek terhadap  $\rho$  maks tulangan rangkap dengan persamaan 6

$$0,0277 < 0,0285 \rightarrow Ok$$

Jadi tulangan yang terpasang memenuhi syarat.

Cek terhadap  $Mu$  yang dapat dipikul tulangan rangkap dengan  $Mu \text{ rencana} < \phi \times Mn$

Hitung luas tulangan sesuai dengan persamaan 7.

$$a = 73,823 \text{ mm}$$

Hitung momen pikul sesuai dengan persamaan 8

$$Mn = 126,556 \text{ Knm}$$

$$\phi \times Mn = 0,8 \times 126,556 = 101,245 \text{ Knm}$$

$$Mu \text{ rencana} \leq \phi. Mn$$

$$101,245 \text{ Knm} = 101,245 \text{ Knm}$$

Pemilihan Tulangan, dipakai tulangan D19

$$AD19 = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$AD19 = \frac{3,14 \times 19^2}{4}$$

$$AD19 = 346,185 \text{ mm}^2$$

Dibutuhkan jumlah tulangan tarik sesuai dengan persamaan 1.

$$n = 3,795 \approx 4 \text{ Batang}$$

Untuk daerah tumpuan dan tulangan tarik pada hasil analisis didapatkan hasil tulangan adalah 4D19.

Dibutuhkan jumlah tulangan tekan sesuai dengan persamaan 1.

$$n = 1,892 \approx 2 \text{ Batang}$$

Untuk daerah tumpuan dan tulangan tekan pada hasil analisis didapatkan hasil tulangan adalah 2D19.

b. Lapangan

Hitung :

$$\rho_{min} < \rho_1$$

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

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = 0,0228$$

$$\rho_1 = 0,5 \times \rho_b = 0,0114$$

$$0,0035 < 0,0114$$

$$\rho_{min} < \rho_1 \rightarrow Ok$$

Cek apakah tulangan rangkap atau tunggal dengan :

$$Mn_1 < Mu \text{ (Tulangan Rangkap)}$$

$$Mn_1 > Mu \text{ (Tulangan Tunggal)}$$

$$As_1 = \rho_1 \times b \times d = 658,866 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{As_1 \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = 73,823 \text{ mm}$$

$$Mn_1 = As_1 \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right) = 66,569 \text{ knm}$$

$$66,569 < 101,245$$

$$Mn_1 < Mu \text{ (Tulangan Rangkap)}$$

Cek tulangan leleh atau tidak dengan persamaan 5.

$$0,0114 \geq 0,0079 \text{ (Tulangan leleh, } f_s' = f_y)$$

$$Mn_2 = \frac{Mu}{\phi} - Mn_1 = 123.264.838,8 \text{ Nmm}$$

$$As' = \frac{Mn_2}{f_s' \times (d - d')} = 1345,686 \text{ mm}^2$$

Hitung :

$$As' = As_2$$

$$As = As_1 + As_2 = 2.004,552 \text{ mm}^2$$

Cek terhadap  $\rho$  maks dengan persamaan 6.

$$0,0346 < 0,0403 \rightarrow Ok$$

Jadi tulangan yang terpasang memenuhi syarat.

Cek terhadap Mu yang dapat dipikul tulangan rangkap dengan Mu rencana  $\leq \phi.Mn$

Hitung luas tulangan sesuai dengan persamaan 7

$$a = 73,823 \text{ mm}$$

Hitung momen pikul sesuai dengan persamaan 8

$$Mn = 189,834 \text{ Knm}$$

$$\phi \times Mn = 0,8 \times 189,834 = 151,867 \text{ Knm}$$

$$Mu \text{ rencana} \leq \phi.Mn$$

$$151,867 \text{ Knm} = 151,867 \text{ Knm}$$

Pemilihan Tulangan, dipakai tulangan D19

$$A\emptyset 19 = \frac{\pi \times d^2}{4} = 346,185 \text{ mm}^2$$

Dibutuhkan jumlah tulangan tarik sesuai dengan persamaan 1.

$$n = 5,7904 \approx 6 \text{ Batang}$$

Untuk daerah Lapangan dan tulangan tarik pada hasil analisis didapatkan hasil tulangan adalah 6D19.

Dibutuhkan jumlah tulangan tekan sesuai dengan persamaan 1

$$n = 3,8872 \approx 4 \text{ Batang}$$

Untuk daerah lapangan dan tulangan tekan pada hasil analisis didapatkan hasil tulangan adalah 4D19.

#### 4. Tulangan Sengkang

Data Perencanaan :

$$f_c = 21 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

Selimit Beton = 40 mm  
 $qu = 59,997 \text{ Knm}$   
 $l = 4500 \text{ mm}$  atau 4,5 m  
 $h = 350 \text{ mm}$   
 $b = 200 \text{ mm}$   
 $d = 289,5 \text{ mm}$  atau 0,2895 m  
 $\lambda = 1$  (Beton Normal, SNI 2847-2019)  
 $As \text{ 6D19} = 2.077,11 \text{ mm}^2$

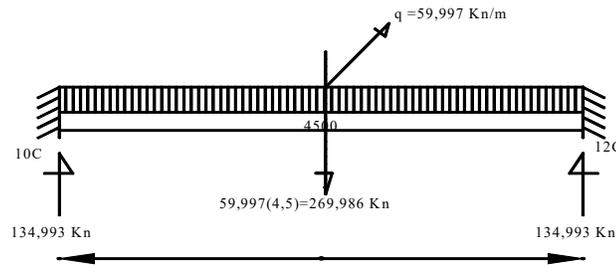
Hitung gaya geser ultimate yang terjadi akibat beban luar.

$$Vu = \frac{qu \times l}{2}$$

$$Vu = \frac{59,997 \times 4,5}{2}$$

$$Vu = 134,993 \text{ Kn}$$

Dapat digambarkan sebagai berikut.



Untuk Nilai  $Vu$  sejauh  $d$  dari muka tumpuan,  $d = 0,2895 \text{ m}$

$$Vu \text{ d} = 134,993 - 59,997(0,2895)$$

$$Vu \text{ d} = 117,624 \text{ Kn}$$
 atau 117.623,758 N

Mu pada jarak  $d = 0,2895$  adalah :

$$Mu = Vu \times d - \frac{qu \times d^2}{2}$$

$$Mu = 134,993 \times 0,2895 - \frac{59,997 \times 0,2895^2}{2}$$

$$Mu = 36,566 \text{ Knm}$$
 atau 36566251,95 Nmm



Hitung Nilai  $Vc$ , diambil dari nilai minimum (SNI 2847-2019) antara :

- $(0,16 \times \lambda \times \sqrt{fc} + 17 \times \rho w \times \frac{Vu \times d}{Mu}) \times b \times d = 75.335,993 \text{ N}$
- $(0,16 \times \lambda \times \sqrt{fc} + 17 \times \rho w) \times b \times d = 77.763,851 \text{ N}$
- $0,29 \times \lambda \times \sqrt{fc} \times b \times d = 76.946,028 \text{ N}$

Maka diambil  $Vc = 75.335,993 \text{ N}$

Periksa Kecukupan Penampang.

$$\phi (Vc + 0,66 \times \sqrt{fc} \times b \times d) > Vud$$

$$0,75 (75.335,993 + 0,66 \times \sqrt{21} \times 200 \times 289,5) = 187,841 \text{ N} \rightarrow \text{OK}$$

Hitung  $\theta Vc$ ,  $\frac{1}{2} \theta Vc$ ,  $Vc_1$

- $\theta Vc = \phi (0,17 \lambda \sqrt{fc} \times b \times d) = 33.829,72 \text{ N}$
- $\frac{1}{2} \theta Vc = 16.914,86 \text{ N}$
- $Vc_1 = 0,33 \sqrt{fc} \times b \times d = 87.559,27 \text{ N}$

Karena  $Vud > \theta Vc$  ( $117.623,758 > 33.829,72$ ) maka dibutuhkan tulangan Sengkang.

Tulangan sengkang dimulai sejauh  $d$  dari muka tumpuan sampai  $\frac{1}{4}$  Bentang (1,125 m).

Hitung  $Av$  maksimum dari 3 persamaan berikut (SNI 2847-2019 Pasal 10.6.2.2).

- $Av/S = (Vud - \theta Vc) / (\phi fy \times d) = 1,608$

- $(Av \text{ min})/S = 0,062\sqrt{fc} (b/fy) = 0,237$
- $Av \text{ min}/s = 0,35 b/fy = 0,292$   
Maka diambil  $Av/s = 1,608$   
Rencanakan diameter sengkang  $\emptyset 10$

$$AsD10 = \frac{\pi \times r^2}{4}$$

$$AsD10 = \frac{3,14 \times 10^2}{4}$$

$$AsD10 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = \frac{2 \times AsD10}{\frac{Av}{s}} = 97,635 \approx 75 \text{ mm}$$

Hitung Nilai  $V_s$

$$V_s = \frac{Vu - \phi V_c}{\phi} = 111.725,4 \text{ N}$$

$$V_s > V_{c1}$$

$$111.725,4 > 87.559,27$$

Maka  $S_2$  maksimum berdasarkan SNI 2847-2019 adalah  $d/4$ .

$$S_2 = \frac{d}{4} = 72,375 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

Dan  $S_3 = 600$

Dari  $S_1, S_2$  dan  $S_3$  diambil nilai terkecil yaitu  $S_2 = 50 \text{ mm}$

Untuk daerah tumpuan dari 0,2895 m ke  $\frac{1}{4}$  bentang dipasang tulangan sengkang  $\emptyset 10$ -50.

Perhitungan sengkang daerah lapangan dari  $\frac{1}{4}$  bentang sampai  $\frac{1}{2}$  bentang.

$$d = 1,125 \text{ m}$$

$$Vu d = 134,993 - 59,997(1,125)$$

$$Vu d = 67,496 \text{ Kn atau } 67.496,42 \text{ N}$$

Karena  $Vud > \emptyset V_c$  ( $67.496,42 > 33.829,72$ ) maka dibutuhkan tulangan sengkang, perhitungannya sebagai berikut.

Hitung  $Av$  maksimum dari 3 persamaan berikut (SNI 2847-2019 Pasal 10.6.2.2).

- $Av/S = (Vud - \emptyset V_c)/(\emptyset f_y \times d) = 0,646$
- $(Av \text{ min})/S = 0,062\sqrt{fc} (b/fy) = 0,237$
- $Av \text{ min}/s = 0,35 b/fy = 0,292$   
Maka diambil  $Av/s = 0,646$   
Rencanakan diameter sengkang  $\emptyset 10$

Rencanakan diameter sengkang  $\emptyset 10$

$$AsD10 = \frac{\pi \times r^2}{4} = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = \frac{2 \times AsD10}{\frac{Av}{s}} = 243,008 \approx 225 \text{ mm}$$

Hitung Nilai  $V_s$

$$V_s = \frac{Vu - \phi V_c}{\phi} = 44.888,93 \text{ N}$$

$$V_s < V_{c1}$$

$$44.888,93 < 87.559,27$$

Maka  $S_2$  maksimum berdasarkan SNI 2847-2019 adalah  $d/2$ .

$$S_2 = \frac{d}{2} = 144,75 \text{ mm} \approx 125 \text{ mm}$$

Dan  $S_3 = 600$

Dari  $S_1, S_2$  dan  $S_3$  diambil nilai terkecil yaitu  $S_2 = 125 \text{ mm}$

Untuk daerah tumpuan dari 0,2895 m ke  $\frac{1}{4}$  bentang dipasang tulangan sengkang  $\emptyset 10$ -125.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil redesain dengan analisis menggunakan SNI 2847-2019 “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*” didapati hasil perencanaan sebagai berikut.

1. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan didapati dimensi balok  $200 \times 350$  dengan menggunakan beton kualitas  $fc$  21 Mpa.
2. Ukuran Tinggi untuk Pelat lantai berdasarkan SNI 2847-2019 didapati ukuran tinggi sebesar 130 mm.

3. Perencanaan tulangan balok pada daerah tumpuan, yaitu pada tulangan atas menggunakan 4D19 dan tulangan bawah menggunakan 2D19 dan dengan  $f_y$  baja 400 Mpa.
  4. Perencanaan balok pada daerah lapangan berdasarkan analisis SNI 2847-2019 didapati hasil untuk tulangan atas 4D19 dan tulangan bawah 6D19 dengan  $f_y$  baja 400 Mpa.
- Daerah sengkang pada perencanaan menggunakan  $\emptyset$ 10-50 untuk daerah tumpuan dan  $\emptyset$ 10-125 untuk daerah lapangan. Untuk  $f_y$  baja menggunakan kualitas yang sama yaitu  $f_y$  240 Mpa.

### SARAN

Berdasarkan apa yang diperoleh dari hasil analisis desain balok berdasarkan SNI 2847 – 2019 “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*” adapun saran sebagai berikut:

1. Analisis yang akan dilakukan sebaiknya menggunakan standar terbaru pada saat penelitian dilakukan.
2. Konsep perencanaan harus disesuaikan dengan fungsi bangunan tersebut yang mengacu Standar yang sudah disesuaikan (SNI-2847-2019), dengan demikian kekuatan dari bangunan tersebut bisa menampung beban sesuai dengan kapasitasnya.
3. Penelitian tugas akhir ini bisa dijadikan literatur tambahan atau sebagai bahan evaluasi bagi penelitian tugas akhir selanjutnya, dengan harapan pada hasil evaluasi penelitian tugas akhir tersebut nantinya akan lebih baik.

### REFERENSI

- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. SNI No.1727-2013. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2018. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. SNI No.1727-2018. Badan Standarisasi Indonesia. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. SNI No.2847 – 2019. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*. SNI No. 03-1726-2019. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Elsandy, C. (2018). *Analisis Perencanaan Struktur Gedung Lab FPIK Universitas Diponegoro Menggunakan Struktur Beton 2013*. VII(2), 133–144.
- Kampar, D. (2019). *Ketua PMI Kampar : Semoga PMI Dapat penuhi Kebutuhan Permintaan Darah*. Www.Kominfosandi.Kamparkab.Go.Id. <https://kominfosandi.kamparkab.go.id/2019/04/28/ketua-a-pmi-kampar-semoga-pmi-dapat-penuhi-kebutuhan-permintaan-darah/>
- Kuswinardi, L. M. p, Sinurat, R. T. ., & Tobing, P. (2021). *Analisa Struktur dan Metode Pelaksanaan Kolom dan Balok pada Pembangunan Gedung APD PLN Medan*. 1(1), 6–14.
- Nurrokhman, F., & Firmanto, A. (2018). *Analisis dan Perencanaan Struktur Rumah Susun 4 Lantai Mahasiswa Universitas Boyolali*. VII(3), 219–228.
- Persada, R. M. (2017). *Analisis Perencanaan Struktur Hotel Dialog Grage Cirebon Menggunakan Struktur Beton SNI 2013*. CIREBON Jurnal Konstruksi, 6(5), 463–476. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- Setiawan, A (2020). *Inilah Contoh Cara Mendesain Tulangan Sengkang/Geser* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=26a8URb15G8>
- Sukmana, I. (2017). *Analisis Perencanaan Struktur Showroom Nissan Di Jakarta Pusat*. Jurnal Konstruksi, 6(6), 527–534. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- Vivo. (2020) 16 September. *Manual: Distribusi dan Transfer Beban Pada Struktur Beton Bertulang* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=XjCvpWBzJnE&t=2783s>