

# STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) PADA PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR WILAYAH BRI MALANG

Andrean Rizal Pratama<sup>1</sup>, Warsito<sup>2</sup>, Azizah Rokhmawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang  
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia  
e-mail: [andrean.pratama2404@gmail.com](mailto:andrean.pratama2404@gmail.com)

<sup>2</sup>Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,  
e-mail: [warsito@unisma.ac.id](mailto:warsito@unisma.ac.id)

<sup>3</sup>Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,  
e-mail: [azizahrachmawati@unisma.ac.id](mailto:azizahrachmawati@unisma.ac.id)

## ABSTRAK

Pembangunan Gedung Kantor Wilayah BRI Kota Malang terletak di Jalan Laksamanan Martadinata No. 80 Kota Lama Klojen, Kota Malang, Jawa Timur. Gedung ini memiliki 10 lantai, 2 lantai bawah untuk basement dan 8 lantai untuk, perkantoran, dan tinggi bangunan 34,4 m. yang termasuk dalam struktur gedung tinggi dan beresiko untuk mengalami keruntuhan saat terjadi gempa bumi, terlebih lagi gedung ini masuk dalam kategori desain seismic D. Untuk itu diperlukan perencanaan gedung yang mampu menerima beban gempa resiko tinggi, menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai dengan peraturan persyaratan beton bertulang dengan SNI 2847-2013, tata perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung SNI 1726-2012, Serta peraturan lain yang berlaku di Indonesia. Perhitungan struktur ini menggunakan pemodelan portal 3D dengan bantuan aplikasi ETABS V18.1.1 dan SpColumn. Hasil dari perhitungan adalah tebal pelat 125 mm, gempa rencana menggunakan metode respon *spectrum* dengan nilai V sebesar 1797,11 kN atau sama dengan 183254,2471 Kg. Dimensi balok induk B1 40/60, B2 45/70, dan dimensi kolom K1 80/80, dengan menggunakan pondasi tiang pancang berdiameter 50 cm dengan kedalaman 7,8 m.

**Kata Kunci :** Gempa, Gedung Kantor Wilayah BRI Kota Malang, SRPMK

## ABSTRACT

*The building of BRI is located on 80 laksamana martadinata street, klojen, malang, east java. 10 floors, two floors down to the basement and eight floors to the office. This building has a 38.6 m (150 ft) structure in the high-rise and risk collapsing during an earthquake. It is included in the seismic design category D. So it requires design buildings capable of receiving high risk earthquake loads by using the SRPMK according to regulations in SNI 03-2847-2013, SNI 1726-2012 and other regulations that apply in Indonesia. These structure calculation uses 3D portal modelling with the help of ETABS V18.1.1 and SpColumn applications. The calculations result of plate thickness is 125 mm. Earthquake plan is using a method of respons spectrum with V value of 1797.11 kN or 183254.2471 Kg, main beam dimension B1 40/60, B2 45/70 And column dimension K1 80/80. Using a pile foundation with a diameter of 50 cm and depth of 7.8 cm.*

**Keywords :** Earthquake, BRI Regional Office Building Malang City, SRPMK

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kota Malang sebagai kota pelajar terbesar ke dua di Jawa Timur, maka tidak heran jika banyak mahasiswa yang merantau di kota Malang. Hal itu menyebabkan kebutuhan fasilitas di bidang perekonomian yang ada harus terus ditingkatkan. Salah satu fasilitas yang harus di tingkatkan yaitu di bidang perbankan. Dengan diadakannya pembangunan perluasan gedung kantor wilayah BRI Malang, diharapkan dapat membantu pemerintah dalam menghadapi kebutuhan masyarakat. Perencanaan pembangunan gedung kantor wilayah BRI Malang direncanakan dengan luas bangunan 984 m<sup>2</sup> dengan kapasitas 10 lantai, dan fungsi bangunan sebagai perkantoran

Dalam merencanakan struktur bangunan bertingkat ada prinsip utama yang harus diperhatikan yaitu meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral atau yang sering disebut perencanaan bangunan tahan gempa. (Muzaki, Warsito, dan Rokhmawati 2021) Sebuah bangunan dikatakan tahan gempa jika memenuhi persyaratan sebagai berikut : Jika terjadi gempa bumi dengan kekuatan lemah, maka elemen struktur dan non struktur tidak boleh mengalami kerusakan. Jika terjadi gempa bumi dengan kekuatan sedang, maka elemen struktur tidak boleh rusak, sedangkan elemen non struktur diperbolehkan mengalami kerusakan. Jika terjadi gempa bumi dengan kekuatan kuat, maka elemen struktur dan non struktur diperbolehkan mengalami kerusakan, namun struktur tidak runtuh, untuk

mekanisme keruntuhan didesain dengan penentuan lokasi sendi plastis pada struktur, sehingga korban jiwa dapat di cegah. Agar struktur bangunan mempunyai kemampuan yang cukup dan tidak terjadi keruntuhan saat terjadi gempa kuat, maka dapat dilakukan dengan cara mendesain struktur bangunan berperilaku elastis dan daktail (Setiawan 2016)

Setiap bangunan yang memiliki sistem penahan gempa, baik itu sistem penahan seluruh gaya gempa ataupun sistem penahan gempa sebagian. Dalam menentukan sistem penahan gempa ada dua acuan yang harus diperhatikan. Acuan pertama adalah fungsi bangunannya, pada pembangunan gedung kantor wilayah BRI Malang fungsi bangunannya sebagai fasilitas perkantoran, sesuai (SNI 1726 – 2012 Tabel 1), termasuk dalam kategori resiko II dengan faktor keutamaan gempa  $I_e = 1,0$ . Acuan kedua adalah letak geografis bangunan tersebut, Sesuai peta gempa Indonesia kota Malang berada dalam kategori desain seismik D. Dari kedua alasan tersebut mengacu pada (SNI 1726-2012 Tabel 9) maka dapat ditentukan sistem penahan gempa adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

### **Rumusan Masalah**

1. Berapa dimensi dan tulangan pada pelat lantai?
2. Berapa besarnya beban gempa seismic yang direncanakan dengan SRPMK?
3. Berapa dimensi balok dan kolom beton bertulang serta penulangan sambungan balok-kolom dengan menggunakan SRPMK ?
4. Berapa dimensi dan jumlah tiang pancang yang yang direncanakan ?

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Beton Bertulang**

Beton bertulang adalah merupakan gabungan logis dari dua jenis bahan: beton polos yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi kekuatan tarik yang rendah dan batang-batang baja yang ditanamkan didalam beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan. (Chu Kia Wang dan Charles G. Salmon 1993)

#### **Sistem Rangka Pemikul Momen**

Sistem rangka pemikul momen adalah sistem struktur yang intinya meiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yg diakibatkan oleh gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur. Sistem rangka pemikul momen dibedakan sebagai tiga, yaitu: Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). (SNI 1726- 2012)

#### **Perencanaan Struktur**

##### **Plat**

Pelat merupakan komponen struktur bangunan yang berfungsi untuk menahan beban hidup secara langsung. Untuk pelat dimana perbandingan sisi panjang ( $l_y$ ) dan sisi pendeknya ( $l_x$ ) lebih dari 2 dapat di pakai penulangan satu arah, sedangkan bila perbandingan sisi panjang ( $l_y$ ) dan sisi pendek ( $l_x$ ) kurang dari 2 maka dapat di pakai sistem penulangan dua arah. (Dipohusodo dan Istimawan 1994)

##### **Balok**

Balok adalah elemen struktur yang menyalurkan beban-beban dari lantai ke kolom penyangga yang vertikal. Fungsinya adalah sebagai rangka penguat horizontal bangunan akan beban-beban. (Dipohusodo dan Istimawan 1994)

##### **Kolom**

Kolom dirancang untuk menahan gaya aksial dari beban berfaktor pada semua lantai atau atap dan momen maksimum dari beban terfaktor pada semua lantai atau atap dan momen maksimum dari beban terfaktor pada satu bentang lantai atau atap bersebelahan yang di tinjau. (SNI 2847- 2013)

##### **Analisa Beban Gempa**

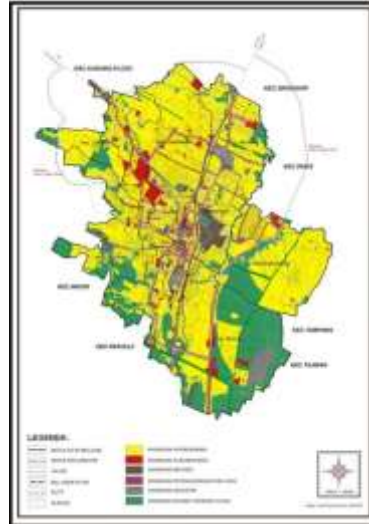
Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain seismik berdasarkan kategori risikonya dan parameter respons spektral percepatan desainnya, SDS dan SD1. Untuk penentuan nilai SDS dan SD1 mangacu pada (SNI 1726-2012 Tabel 6 dan Tabel 7). Nilai SDS dan SD1 digunkan untuk menentukan Sistem penahan gempa dengan mengacu pada (SNI 1726-2012 Tabel 9).

##### **Pondasi**

Pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar struktur / bangunan yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur / bangunan (*Upper Structure*) ke lapisan tanah dibawahnya. Pemilihan tipe pondasi ini didasarkan oleh beberapa aspek, seperti : Fungsi bangunan atas yang akan dipikul oleh pondasi tersebut. Besar beban dan berat dari bangunan atas. Kondisi tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan. (Surendro dan Bambang 2015).

**METODOLOGI PENELITIAN**

Lokasi perencanaan terletak di Jl.Laksamanan Martadinata No. 80 Kota Lama Klojen, Kota Malang,



Gambar 1. Lokasi Penelitian  
(Sumber: Yusril Ihza Mahendra dan Wisnu Pradoto 2016)

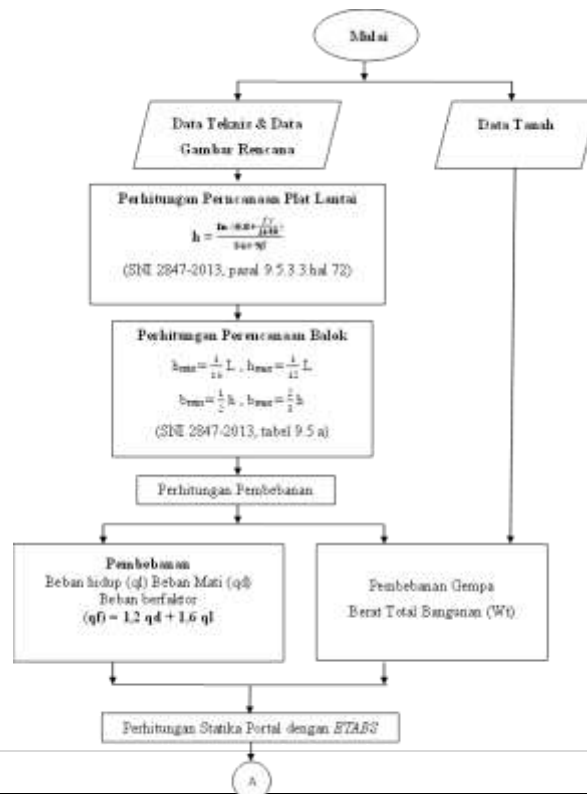
**Data Yang Digunakan**

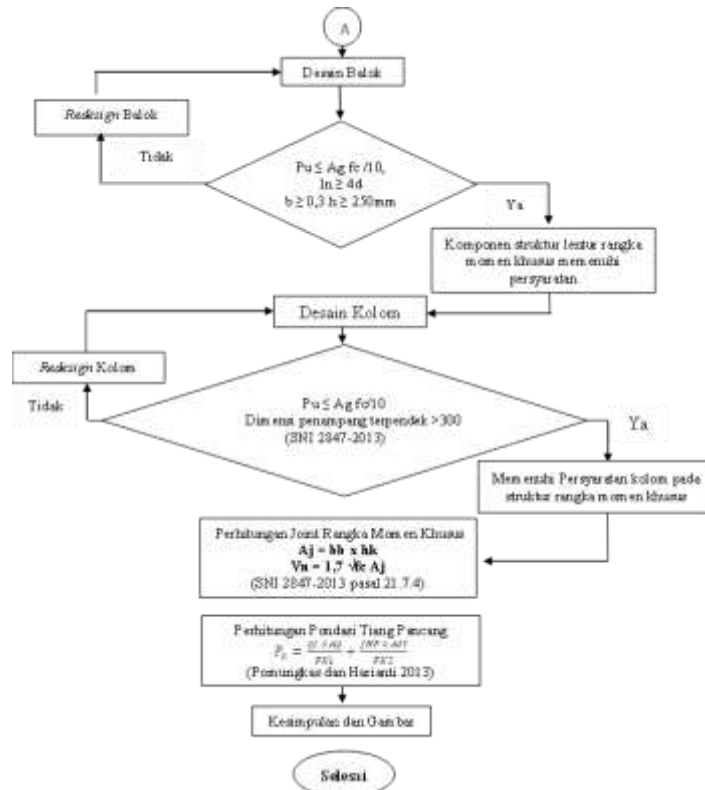
Data Teknis, Data Gambar Rencana, Data Tanah

**Tahap Perencanaan**

Tahap perencanaan terdiri dari : Perhitungan dimensi balok, Perhitungan plat, Perhitungan balok anak, Analisa gempa, Perencanaan Balok Induk, Perencanaan kolom, Perencanaan *joint* balok – kolom, Rencana gambar dan detail tulangan, Perencanaan pondasi tiang pancang, Kesimpulan dan saran

**Bagan Alir**





Gambar 2 Flowchart Penelitian  
(Sumber: Penulis, 2022)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Perencanaan

Lokasi Perencanaan : Kota Malang  
 Fungsi Bangunan : Fasilitas Perkantoran  
 Jenis Struktur : Beton Bertulang  
 Jumlah Lantai : 10 Lantai  
 Luas Bangunan : 24 m x 41 m  
 Tinggi Bangunan : 34,4 m  
 Mutu Bahan : (Fc'= 35 Mpa) (Fy = 240 Mpa & 390 Mpa)

### Perencanaan Awal Dimensi Balok

Perencanaan tinggi balok (hbalok) dihitung berdasarkan persyaratan tebal minimum balok non-prategang yang di isyaratkan pada SNI 2847-2013 tabel 9.5 a yaitu:

Perencanaan dimensi tinggi balok (h):

$$h_{min} = \frac{1}{16} \cdot L \quad h_{max} = \frac{1}{12} \cdot L \dots\dots\dots (1)$$

Perencanaan dimensi lebar balok (b):

$$b_{min} = \frac{1}{2} \cdot h \quad b_{max} = \frac{2}{3} \cdot h \dots\dots\dots (2)$$

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Dimensi Balok

Tipe Balok	Dimensi cm			Dimensi yang diambil cm	
	Balok Induk 1 (B1)	hmin	1/16.L = 1/16.800	50	60
hmax		1/12. L = 1/12. 800	66,67		
bmin		1/2.h = 1/2.60	30	40	
bmax		2/3.h = 2/3.60	40		
Balok Induk 2 (B2)	hmin	1/16.L = 1/16.900	56,25	70	45/60
	hmax	1/12. L = 1/12. 900	75		
	bmin	1/2.h = 1/2.60	35	45	
	bmax	2/3.h = 2/3.60	46,67		

Tipe Balok	Dimensi cm			Dimensi yang diambil cm	
	Balok Anak 1 (B2)	cm	cm	53,33	60
hmax		1/12. L = 1/12. 800	66,67		
bmin		1/2.h = 1/2.60	30	35	
bmax		2/3.h = 2/3.60	40		

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

### Perencanaan Plat Lantai

Perhitungan pelat lantai dihitung pelat lantai dengan bentang terbesar yaitu pelat lantai tipe plat B dengan bentang  $L_x = 4,00$  cm ;  $L_y = 3,50$  cm. dan termasuk jenis plat 2 arah.

### Dimensi Plat Lantai

Menentukan tebal pelat minimum, Untuk  $\alpha_{fm}$  lebih besar dari 2,0, ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta} \text{ dan tidak boleh kurang dari 90 mm. (SNI 2847-2013)..... (3)}$$

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta} = \frac{365(0,8 + \frac{240}{1400})}{36 + 9 \times 1,20} = 7,58 \text{ cm} \approx 12,5 \text{ cm}$$

Kontrol tebal pelat  $\alpha_{fm} > 0,2$

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 5\beta(a_{fm} - 0,2)}$$

$$125 = \frac{3650(0,8 + \frac{240}{1400})}{36 + 5 \cdot 1,20(a_{fm} - 0,2)}$$

$$a_{fm} = -1,072 < 2,0$$

Dikarenakan  $\alpha_{fm} < 2,0$  dan tidak menggunakan drop panels sesuai (SNI 2847-2013 pasal 9.5.3.2) maka tebal pelat rencana tidak boleh  $< h$  (12,5 cm) maka digunakanlah tebal plat rencana ( $h_f$ ) = 12,5 cm memenuhi syarat.

### Pembebanan Plat Lantai

$$\begin{aligned} \text{Beban Berfaktor (qf)} &= 1,2 q_d + 1,6 q_l \\ &= (1,2 \times 434) + (1,6 \times 250) = 920,8 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

### Pembebanan Plat Lantai

$$L_y/L_x = \frac{4,00}{3,50} = 1,143 \approx 1,1$$

Diketahui, Tabel Momen Pelat Persegi (Nasution dan Amrinsyah 2009, Hal.86) :

$$M_u = 0,001 \cdot q_f \cdot L_x^2 \cdot X \text{..... (4)}$$

$$M_u M_{lx} = 0,001 \times 920,8 \times 3,52 \times 42 = 473,752 \text{ kgm} = 4,738 \text{ kNm}$$

$$M_u M_{ly} = 0,001 \times 920,8 \times 3,52 \times 37 = 417,353 \text{ kgm} = 4,174 \text{ kNm}$$

$$M_u M_{tx} = 0,001 \times 920,8 \times 3,52 \times 42 = 473,752 \text{ kgm} = 4,738 \text{ kNm}$$

$$M_u M_{ty} = 0,001 \times 920,8 \times 3,52 \times 37 = 417,353 \text{ kgm} = 4,174 \text{ kNm}$$

### Penulangan Plat Lantai

$$M_u M_{lx} = 473,752 \text{ kgm} = 4,738 \text{ kNm}$$

$$\text{Faktor reduksi } (\phi) = 0,75 \text{ (SNI 2847-2013 pasal 9.3)..... (5)}$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 = 0,80 \text{ (SNI 2847-2013 pasal 10.2) ..... (6)}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d x^2} = \frac{4,738 \times 10^6}{0,75 \cdot 1000 \cdot 100^2} = 0,6317 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{cr}} = \frac{240}{0,85 \cdot 35} = 8,067$$

$$\rho = \frac{1}{8,067} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 8,067 \cdot 0,6317}{240}} \right] = 0,0027$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 0,8 \cdot 35}{240} \times \frac{600}{600 + 240} = 0,07083$$

Dimana,  $\rho$  tidak boleh  $> 0,5 \Rightarrow \rho \leq 0,5 \rho_b = 0,035$  (SNI 2847-2013 Lampiran B.8.4.2)

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

Maka, diperoleh  $\rho = 0,0027 < \rho_{min} = 0,0058 < 0,5 \cdot \rho_b = 0,035 \Rightarrow \rho$  dipakai  $\rho_{min} = 0,00583$

$$As_{perlu} = \rho_{min} \cdot b \cdot dx = 0,00583 \cdot 1000 \cdot 100 = 583 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan pokok  $\varnothing 10-125$  (Tabel tulangan dan jarak tulangan)

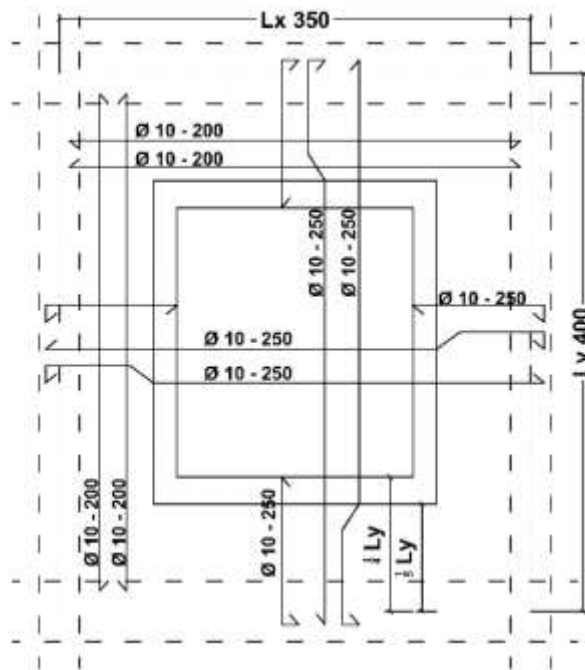
$$As_{ada} = \frac{1000}{125} \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \varnothing^2 = \frac{1000}{125} \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 = 628 \text{ mm}^2$$

$$As_{ada} = 628 \text{ mm}^2 > As_{perlu} = 583 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Tabel 2. Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai

No.	Nama Penulangan	$\varnothing$ Tulangan
1.	Penulangan Lapangan arah X	$\varnothing 10-125$
2.	Penulangan Lapangan arah Y	$\varnothing 10-125$
3.	Penulangan Tumpuan arah X	$\varnothing 10-125$
4.	Penulangan Tumpuan arah Y	$\varnothing 10-125$
5.	Tulangan Bagi	$\varnothing 10-200$

(Sumber: Hasil perhitungan, 2022)



Gambar 4 Detail Penulangan Plat Lantai  
(Sumber : AutoCAD 2020)

**Perencanaan Balok Anak**

**Analisa Pemerataan Beban Plat**

$$A1 = \frac{1}{2} \times h \times L1 = \frac{1}{2} \times 1,75 \times 1,75 = 1,5313 \text{ m}^2$$

$$A2 = h \times L2 = 1,75 \times 0,25 = 0,4375 \text{ m}^2$$

$$RA = A1 + A2 = 1,5313 + 0,4375 = 1,96875 \text{ Kg}$$

$$M1 = RA \times 2 - A1 \left( \frac{1}{3} \times L1 + L2 \right) - A2 \left( \frac{1}{2} \times L2 \right)$$

$$M1 = M_{max}$$

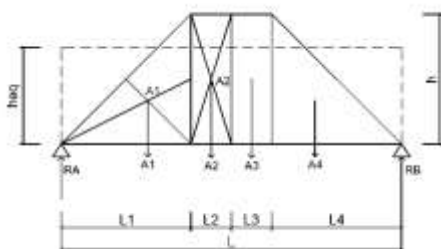
$$2,6067 = \frac{1}{8} \times heq \times 42$$

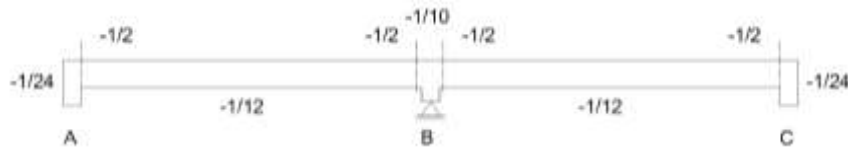
$$heq = 1,303 \text{ m}$$

**Pembebanan Balok Anak**

$$\text{Beban Berfaktor (qf)} = 1,2 \text{ qd} + 1,6 \text{ ql}$$

$$= 1,2 (1603,25) + 1,6 (633,21) = 2937,04 \text{ kg/m}$$





Gambar 5. Koefisien Momen  
(Sumber : Amrinsyah.N 2009 Hal 99)

Momen Tumpuan :

$$Ma = Mc = 1/24 \cdot qf \cdot L^2 = 1/24 \cdot 2937,04 \cdot 82 = 7832,097 \text{ kgm} = 76,807 \text{ kNm}$$

$$Mb = 1/10 \cdot qf \cdot L^2 = 1/10 \cdot 2937,04 \cdot 82 = 18797,034 \text{ kgm} = 184,336 \text{ kNm}$$

Momen Lapangan :

$$Ma-b = Mb-c = 1/12 \cdot qf \cdot L^2 = 1/12 \cdot 2937,04 \cdot 82 = 15664,195 \text{ kgm} = 153,613 \text{ kNm}$$

**Penulangan Balok Anak**

$$Mu = 18797,034 \text{ kgm} \quad Mu = 184,336 \text{ kNm}$$

$$Ast \text{ perlu} = \rho \text{ pakai } x b \times d = 0,00532 \times 350 \times 540,5 = 1006,763 \text{ mm}^2$$

$$n = \left( \frac{4 \cdot Ast \text{ perlu}}{\pi \cdot \Phi^2 \text{ lentur}} \right) = \left( \frac{4 \cdot 1006,763}{3,14 \cdot 19^2} \right) = 3,553 \approx 4 \text{ buah}$$

$$Ast = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \Phi^2 = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 19^2 = 1134 \text{ mm}^2$$

Sehingga direncanakan tulangan tarik pada daerah tumpuan :

$$4D19 \rightarrow Ast = 1134 \text{ mm}^2 > Ast \text{ perlu} = 1006,763 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$As' \text{ perlu} = 50\% \text{ Ast Perlu} = 0,5 \times 1006,763 \text{ mm}^2 = 503,381 \text{ mm}^2$$

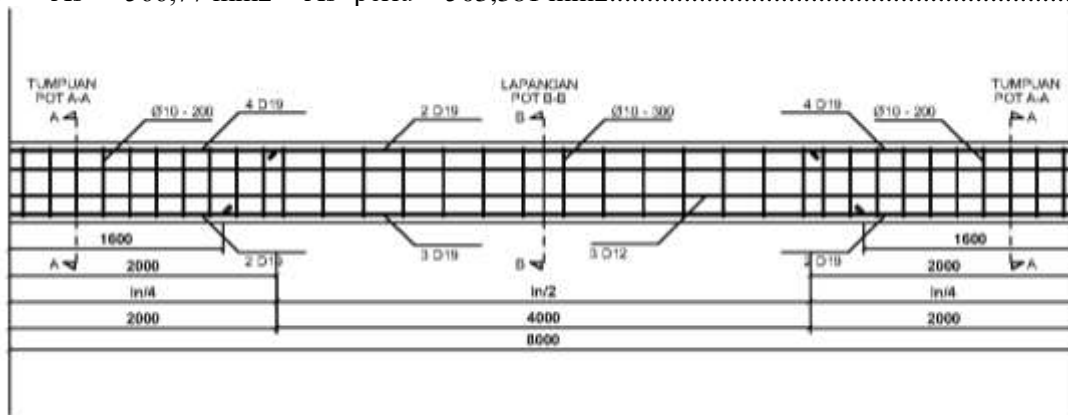
$$n = \left( \frac{4 \cdot Ast \text{ perlu}}{\pi \cdot \Phi^2 \text{ lentur}} \right) = \left( \frac{4 \cdot 358,710}{3,14 \cdot 19^2} \right) = 1,7763 \approx 2 \text{ buah}$$

Maka luas tulangan tekan terpasang pada balok :

$$As' = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \Phi^2 = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 19^2 = 566,77 \text{ mm}^2$$

Sehingga direncanakan tulangan tekan pada daerah tumpuan :

$$2D19 \rightarrow As' = 566,77 \text{ mm}^2 > As' \text{ perlu} = 503,381 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$



Gambar 6. Potongan Memanjang Balok Anak 1 (BA1)  
(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

**Analisa Beban Gempa**

**Perhitungan berat total bangunan (Wt)**

Beban mati yang direncanakan, mencakup berat sendiri bahan bangunan dan komponen Gedung, Beban hidup direncanakan sesuai standar pembebanan SNI 1727-2013 Tabel 4 hal.26

Tabel 3. Berat total beban mati dan beban hidup dan Berat total bangunan

Lantai	Tinggi (m)	Beban Mati (Kg)	Beban Hidup (Kg)	Berat Total (Kg)	Berat Lantai (Wx) (Kg)	Wx. Hx (Kgm)
Atap	42,2	168758,4	48000	216758,4	216758,4	9147204,48
8	38	194668,8	48000	242668,8	242668,8	9221414,4
7	33,8	194668,8	48000	242668,8	242668,8	8202205,44
6	29,6	194668,8	48000	242668,8	242668,8	7182996,48
5	25,4	194668,8	48000	242668,8	242668,8	6163787,52
4	21,2	194668,8	48000	242668,8	242668,8	5144578,56

Lantai	Tinggi (m)	Beban Mati (Kg)	Beban Hidup (Kg)	Berat Total (Kg)	Berat Lantai (Wx) (Kg)	Wx. Hx (Kgm)
3	17	194668,8	48000	242668,8	242668,8	4125369,6
2	12,8	198726,4	48000	246726,4	246726,4	3158097,92
1	7,8	195078,4	48000	243078,4	243078,4	1896011,52
B1	3,6	183369,6	48000	231369,6	231369,6	832930,56
Jumlah Total				2393945,6		55074596,48

(Sumber: Hasil Analisa, 2022)

### Geser Dasar Seismik

Gaya geser dasar berdasarkan SNI 1726-2012 ditentukan dengan persamaan:

$$V = C_s \cdot W = 0,07655 \times 2393945,6 \text{ kg} = 183254 \text{ kg} = 1797,11 \text{ kN}$$

### Perhitungan Balok Induk

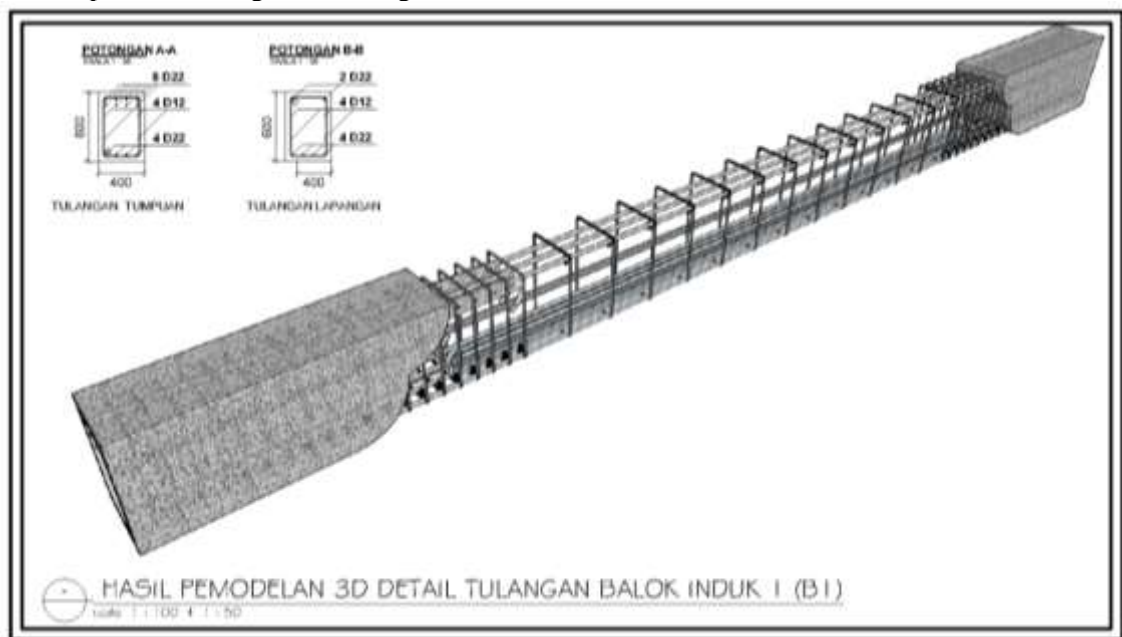
Perencanaan desain balok induk dihitung menggunakan momen output hasil analisis kombinasi beban dari aplikasi ETABS 18.1.1 berikut adalah tabel resume momen desain portal dari analisis ETABS :

Tabel 4. Rekapitulasi Output Analisis Kombinasi Beban

	Beban Kombinasi		Momen	
			Lapangan	Tumpuan
B1	Kombinasi 1	1,4 D	214,7006	-319,9048
	Kombinasi 2	1,2 D + 1,6 L	184,0291	-274,2041
	Kombinasi 3	(1,2 + 0,2Sds) D + L ± ρ (0,3 Ex + Ey)	213,874	-451,0333
	<b>Kombinasi 4</b>	<b>(1,2 + 0,2Sds) D + L ± ρ (0,3 Ey + Ex)</b>	<b>209,9216</b>	<b>-488,9865</b>
	Kombinasi 5	(0,9 - 0,2 Sds) D + ρ (0,3 Ex + Ey)	146,8035	-353,4969
	Kombinasi 6	(0,9 - 0,2 Sds) D + ρ (0,3 Ey + Ex)	144,8881	-373,4005
B2	Kombinasi 1	1,4 D	254,9332	-411,4596
	Kombinasi 2	1,2 D + 1,6 L	218,5142	-352,6797
	Kombinasi 3	(1,2 + 0,2Sds) D + L ± ρ (0,3 Ex + Ey)	250,6536	-473,5488
	<b>Kombinasi 4</b>	<b>(1,2 + 0,2Sds) D + L ± ρ (0,3 Ey + Ex)</b>	<b>302,1129</b>	<b>-692,1683</b>
	Kombinasi 5	(0,9 - 0,2 Sds) D + ρ (0,3 Ex + Ey)	161,6919	-322,3598
	Kombinasi 6	(0,9 - 0,2 Sds) D + ρ (0,3 Ey + Ex)	218,8114	-540,8407

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2022)

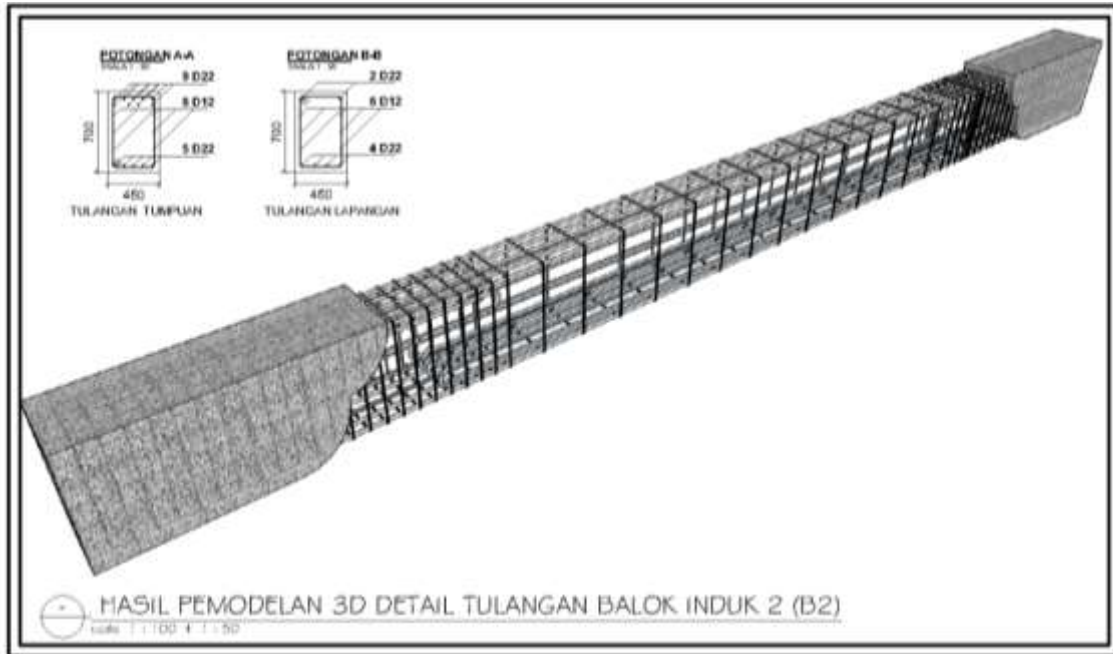
Maka didapatkan hasil gambar sebagai berikut :



Gambar 7. Potongan Memanjang Balok Induk 1 (B1)

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)





Gambar 8. Potongan Memanjang Balok Induk 2 (B2)  
(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

### Perhitungan Kolom

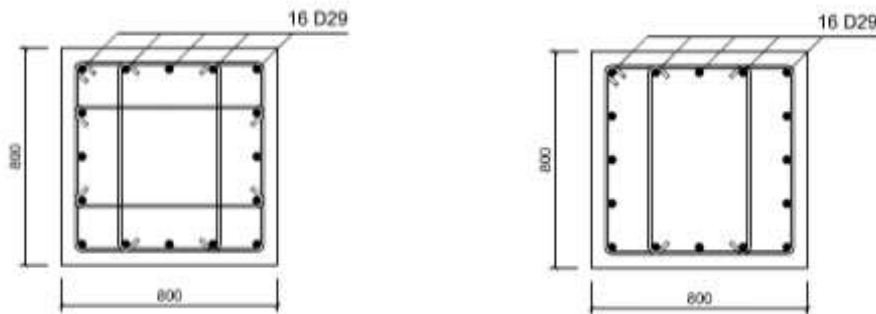
Dalam perhitungan kolom gaya-gaya yang digunakan adalah hasil output dari analisis kombinasi beban menggunakan program ETABS V18.1.1.

Tabel 5. Rekapitulasi Output Analisis Kombinasi Beban

BEBAN KOMBINASI		Pu (kNm)	Momen 3 (kNm)	Momen 2 (kNm)
Kombinasi 1	1,4 D	498,5586	399,0642	9,3722
Kombinasi 3	(1,2 + 0,2Sds) D + L ± ρ (0,3 Ex + Ey)	461,6728	404,2198	152,9143
<b>Kombinasi 4</b>	<b>(1,2 + 0,2Sds) D + L ± ρ (0,3 Ey + Ex)</b>	<b>4909,469</b>	<b>799,5241</b>	<b>211,0998</b>

(Sumber : Analisa Perhitungan 2022)

Maka didapatkan hasil gambar sebagai berikut :



Gambar 9. Potongan Kolom 1 (K1)  
(Sumber: Analisa Perhitungan 2022)

### Perhitungan Pondasi

Daya dukung ijin tekan pondasi tiang terhadap kekuatan tanah, berdasarkan data sondir (Guy Sanglerat) :

$$P_a = \frac{q_c \times A_p}{FK1} + \frac{JHP \times A_{st}}{FK2} \dots \dots \dots (7)$$

$$P_a = \frac{q_c \times A_p}{FK1} + \frac{JHP \times A_{st}}{FK2} = \frac{200 \times 1962,5}{3} + \frac{367,142 \times 157}{5} = 142361,56 \text{ kg}$$

Kebutuhan tiang pancang :

$$n = \frac{Pu}{Q_{sp}} = \frac{628,2653}{140,1} = 4,484 \approx 6 \text{ buah}$$

### Effisiensi Kelompok Tiang

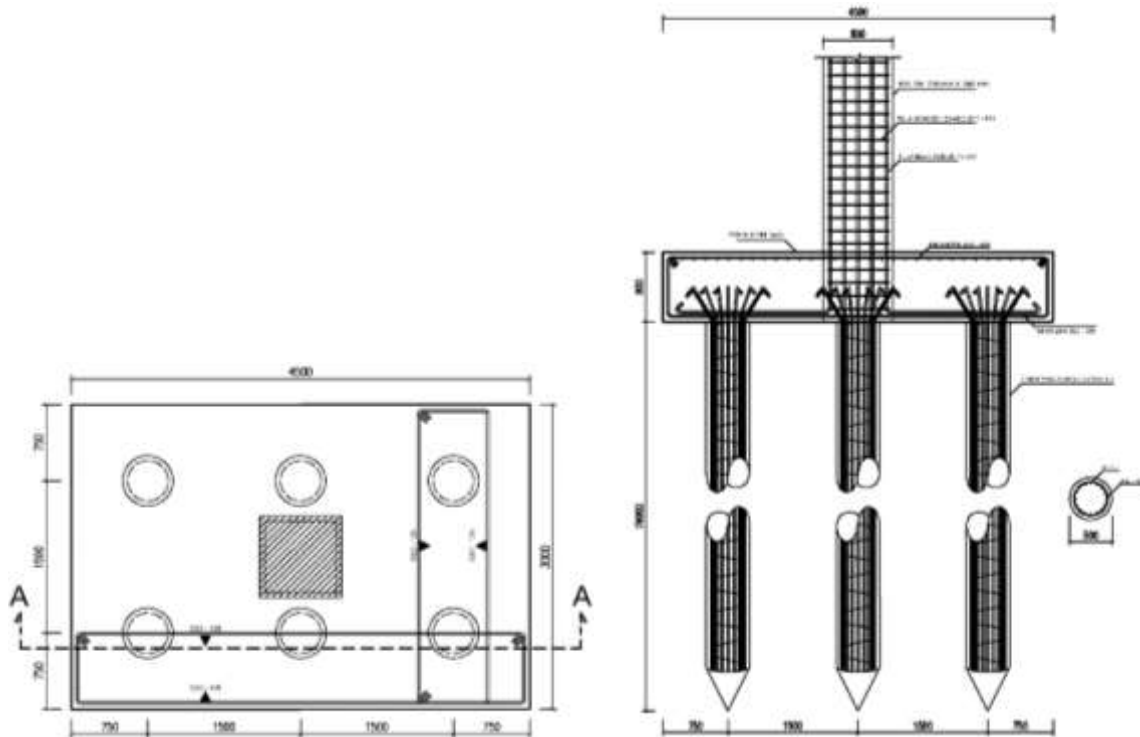
$$\text{Eff} = 1 - \left( \frac{\Phi}{90} x \frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right) = 1 - \left( \frac{18,43495}{90} x \frac{(2-1)3 + (3-1)2}{3 \times 2} \right) = 0,76103$$

$$\text{Pijin} = \text{Eff} \times \text{Ptiang} = 0,76103 \times 140,1 = 106,6197 \text{ ton}$$

### Distribusi pembebanan Tiang

$$\text{Pmaks} = \frac{Pu}{n} + \frac{Mu \times Xmax}{Ny \times \sum x^2} = \frac{628,2653}{6} + \frac{81,528768 \times 1,50}{2 \times 9^2} = 105,4658 \text{ ton}$$

Pmaks = 105,4658 ton < Pijin = 106,6197 ton ..... OK



Gambar 10. Detail Pondasi Tiang Pancang  
(Sumber: Analisa Perhitungan 2022)

### Kesimpulan

1. Dimensi tebal pelat lantai 125 mm, tulangan  $\phi 10$ -125 tulangan pokok dan  $\phi 10$ -200 tulangan bagi.
2. Besar beban gempa *seismic* gedung Kantor Wilayah BRI Malang sesuai SRPMK dengan menggunakan respon *spectrum* gaya terskala (V) 1797,11 kN atau sama dengan 183254,25 Kg.
3. Dimensi balok dan kolom yang mampu memikul gempa rencana sesuai SRPMK yaitu, balok induk B1 mempunyai dimensi 40/60 dengan tulangan 8D22 (tumpuan tarik), 4D22 (tumpuan tekan), 4D22 (Lapangan tekan), 8D22 (lapangan tarik), 4D12 tulangan samping,  $\phi 10$ -100 sengkang tumpuan,  $\phi 10$ -300 sengkang lapangan. Balok induk B2 mempunyai dimensi 45/70 dengan tulangan 9D22 (tumpuan tarik), 5D22 (tumpuan tekan), 5D22 (Lapangan tekan), 9D22 (lapangan tarik), 6D12 tulangan samping,  $\phi 10$ -100 sengkang tumpuan,  $\phi 10$ -300 sengkang lapangan. Dimensi kolom K1 80/80 dengan jumlah tulangan 24D29, sengkang  $8\phi 12$ - 100 (tumpuan), dan sengkang  $4\phi 12$ -150 (lapangan).
4. Pondasi yang digunakan berupa pondasi tiang pancang ukuran poer pondasi 4,5 m x 3 m x 0,8 m menggunakan tulangan D22- 125. Sedangkan tiang pancang berdiameter 50 cm kedalaman 7,8 m dengan jumlah 6 buah tiang dengan jarak 1,5 m pada masing-masing tiang dan 0,75 m dari tepi poer.

### Saran

1. Analisis struktur maupun permodelan dapat menggunakan program bantu (*software*) yang sudah berbasis *Building Information Modelling* (BIM) seperti ArchiCad, Tekla, Auodesk Revit, dll
2. Dalam perancangan struktur peraturan atau standat yang digunakan mengikuti perraturan-peraturan terbaru yang diterapkan oleh pemerintah yaitu SNI 2019

## DAFTAR PUSTAKA

- Chu Kia Wang dan Charles G. Salmon. 1993. *Disain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- Dipohusodo dan Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Muzaki, Mukhlas, Warsito, dan Azizah Rokhmawati. 2021. *Studi Perencanaan Kondotel MRC Bukit Panderman Hill Batu dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)*. Skripsi tidak diterbitkan: Malang: Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang.
- Nasution dan Amrinsyah. 2009. *Analisis Dan Desain Struktur Beton Bertulang*. ITB.
- Setiawan, Agus. 2016. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang (Berdasarkan SNI 2847 : 2013)*. Jakarta: Erlangga.
- SNI 1726-2012. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan dan Bangunan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 2847-2013. 2013. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Surendro dan Bambang. 2015. *Rekayasa Pondasi*. Rekayasa Pondasi: Graha Ilmu.
- Yusril Ihza Mahendra dan Wisnu Pradoto. 2016. *Transformasi Spasial di Kawasan Peri Urban Kota Malang*. Semarang: Planologi Undip.