

## **PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG PADA GEDUNG PKP-PK BARU DI BANDAR UDARA DEPATI PARBO KERINCI**

**Shopy Mellyana<sup>1</sup>, Fahrur Rozi<sup>2</sup>, Safitri Nur Wulandari<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: [shopymellyana2000@gmail.com](mailto:shopymellyana2000@gmail.com)

### **Abstrak**

Bandar Udara Depati Parbo Kerinci terletak di Desa Hiang Tinggi, Kecamatan Sitinjau Laut, Kabupaten Kerinci, Jambi. Bandara ini mempunyai landasan pacu dengan panjang 1800 meter dan lebar 30 meter. Bandar Udara Depati Parbo Kerinci sedang memulai pengerjaan pengembangan bandar udara yang dimana semula berada di Koto Baru Hiang akan di bangun ulang di Koto Iman dengan luasan lahan 4 Ha dengan menggunakan *runway* yang sama. Pengembangan tersebut salah satunya adalah pembangunan gedung PKP-PK baru.

Pembangunan PKP-PK sebagai gedung pertolongan kecelakaan penerbangan dan pemadaman kebakaran pesawat udara juga menjadi infrastuktur yang sangat penting pada area bandar udara. Perencanaan gedung PKP-PK baru di Bandar Udara Depati Parbo Kerinci dilakukan agar dapat merencanakan bagian dari setiap detail perencanaan portal beton gedung PKP-PK baru dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dikarenakan kabupaten Kerinci Jambi adalah area yang memiliki kekuatan gempa sebesar 1.5 – 2.0 g yang memasuki zona gempa tinggi. Dalam pembangunan PKP-PK dibantu menggunakan Software SAP 2000 yang dapat membantu membuat gedung tahan gempa.

Dengan hasil perencanaan ini didapatkan dimensi struktur balok 1 30 cm x 30 cm, balok 2 20 cm x 25 cm, tebal pelat 12 cm, kolom 1 20 cm x 20 cm, kolom 2 30 cm x 30 cm, dan pembangunan gedung PKP-PK membutuhkan biaya sebesar Rp 337.249.000,00 terbilang Tiga Ratus Tiga Puluh Tujuh Juta Dua Ratus Empat Puluh Sembilan Ribu Rupiah.

**Kata Kunci:** PKP-PK, SRPMK, SAP 2000, RAB

### **Abstract**

*Depati Parbo Kerinci Airport is located in Hiang Tinggi Village, Sitinjau Laut District, Kerinci Regency, Jambi. The airport has a runway with a length of 1800 meters and a width of 30 meters. Depati Parbo Kerinci Airport is starting work on developing the airport, which was originally located in Koto Baru Hiang, will be rebuilt in Koto Iman with an area of 4 hectares using the same runway. One of these developments is the construction of a new Aviation Rescue and Firefighting Building.*

*The construction of the Aviation Rescue and Firefighting Building as an aviation accident relief building and aircraft fire suppression is also a very important infrastructure in the airport area. Planning for the new Aviation Rescue and Firefighting Building at Depati Parbo Airport Kerinci was carried out in order to be able to plan part of every detail of the concrete portal planning for the new Aviation Rescue and Firefighting Building using the Special Moment Resistant Frame System (SRPMK) because Kerinci Jambi district is an area that has an earthquake strength of 1.5 – 2.0 g entering the high earthquake zone. In the construction of PKP-PK assisted using SAP 2000 software which can help make buildings earthquake resistant.*

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

*With the results of this planning, the dimensions of the beam structure 1 30 cm x 30 cm, beam 2 20 cm x 25 cm, plate thickness 12 cm, column 1 20 cm x 20 cm, column 2 30 cm x 30 cm, and the construction of the Aviation Rescue and Firefighting Building are obtained requires a fee of Rp. 337,2490,000.00 which is counted as Three Hundred Thirty Seven Million Two Hundred Emat Twenty Nine Thousand Rupiah.*

**Keywords:** *Aviation Rescue and Firefighting, Special Moment Frame System, SAP 2000, Budget Plan*

### PENDAHULUAN

Bandar Udara Depati Parbo Kerinci terletak di Desa Hiang Tinggi, Kecamatan Sitinjau Laut, Kabupaten Kerinci, Jambi. Bandara ini mempunyai landasan pacu dengan panjang 1800 meter dan lebar 30 meter. Bandar Udara Depati Parbo Kerinci sedang memulai pengerjaan pengembangan bandar udara yang dimana semula berada di Koto Baru Hiang akan di bangun ulang di Koto Iman dengan luasan lahan 4 Ha dengan menggunakan *runway* yang sama. Pengembangan tersebut salah satunya adalah pembangunan gedung PKP-PK baru dengan luas area  $\pm 132 \text{ m}^2$ , kenurut Kp 14 Tahun 2015 Pasal 1 Setiap unit penyelenggara bandar udara dan badan usaha bandar udara wajib menyediakan dan memberikan pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK).

Dalam penelitian ini terdapat beberapa identifikasi masalah yaitu bagaimana merencanakan portal beton bertulang sesuai SNI, bagaimana gambar detail penulangan, dan berapa perkiraan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah dapat merencanakan struktur beton bertulang, mengetahui gambar detail penulangan struktur, dan mengetahui pengeluaran biaya yang dibutuhkan.

### METODE

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah pengumpulan data primer dan sekunder yang dilakukan saat *On the Job Training* (OJT). Pengumpulan data primer dengan metode observasi langsung ke lapangan untuk mengetahui kondisi asli serta

data sekunder mengumpulkan literatur untuk mengidentifikasi masalah.

Permodelan struktur dibantu menggunakan *software* SAP 2000 yang membuat model-model struktur atau portal bangunan kemudian diberi beban-beban kerja seperti beban hidup, beban mati, beban gempa, dan beban angin.

Dalam merencanakan bangunan ini mengacu pada SNI 1727:2018 tentang Tata Cara Perhitungan Pembebanan Untuk Bangunan Gedung, SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, dan SNI Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum.

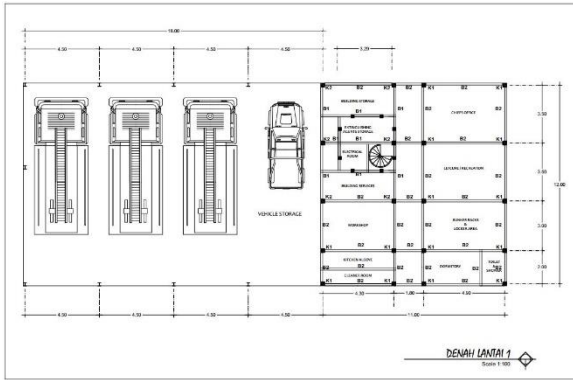
Rencana pembuatan bangunan atas gedung PKP-PK akan menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), karena menurut SNI 1726:2019 keadaan di Kabupaten Kerinci Jambi berada pada kekuatan gempa sebesar 1.5-2.0 g yang memasuki zona gempa tinggi. Maka dari itu diperlukan ketelitian, keseriusan, dan perencanaan yang matang sehingga jika terjadi gempa, struktur bangunan tidak sampai rusak atau runtuh.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

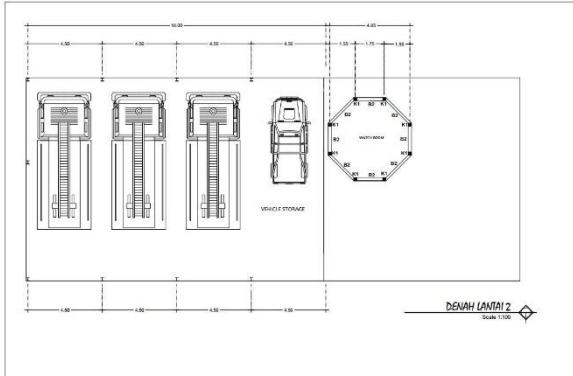
Gedung PKP-PK baru di Bandar Udara Depati Parbo Kerinci memiliki luas area  $\pm 132 \text{ m}^2$  yang memiliki jenis tanah sedang (SD). Gedung PKP-PK baru direncanakan memiliki tinggi 7 m dengan tinggi lantai satu 4 m dan tinggi lantai dua untuk *watchroom* 3 m. Berikut merupakan denah gedung PKP-PK baru di Bandar Udara Depati Parbo Kerinci.

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890



Gambar 1 Denah lantai 1



Gambar 2 Denah lantai 2

## Preliminary Design

Preliminary design merupakan perencanaan awal yang dimaksud untuk menentukan dimensi balok, kolom, serta ketebalan pelat.

### Balok

Balok Induk (B1)

$$h_{\min} = L / 16 = 430 / 16 = 26,9 \text{ cm}$$

$$b = 2/3 \times h = 2/3 \times 26,9 = 17,9 \text{ cm}$$

Pada gedung rencana dibutuhkan balok induk pada lantai satu dengan dimensi yang lebih besar karena menahan beban pada lantai dua. Maka direncanakan dimensi balok induk (B1) 30 cm x 30 cm .

Balok Anak (B2)

$$h_{\min} = L / 16 = 490 / 21 = 23,33 \text{ cm}$$

$$b = 2/3 \times h = 2/3 \times 23,33 = 15,55 \text{ cm}$$

(B2) = 20 cm x 25 cm

### Pelat

Pelat 490 x 350, efektif balok 20 x 25

$$\begin{aligned} L_n &= bp - \left(\frac{hw}{2}\right) - \left(\frac{bw}{2}\right) \\ &= 490 - \left(\frac{20}{2}\right) - \left(\frac{25}{2}\right) = 467,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_n &= hp - \left(\frac{hw}{2}\right) - \left(\frac{bw}{2}\right) \\ &= 350 - \left(\frac{20}{2}\right) - \left(\frac{25}{2}\right) = 327,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\beta \frac{L_n}{S_n} = \frac{460}{320} = 1,427 < 2$$

(Maka pelat dua arah)

Daisumsikan ketebalan pelat  $h_f = 12 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} b_e &= b_w + 2(h_w - h_f) \\ &= 20 + 2(25 - 12) = 48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_e &= b_w + (4 \times h_f) \\ &= 20 + (4 \times 12) = 76 \end{aligned}$$

Diambil nilai  $b_e$  terkecil ( $b_e = 48$ )

$$K = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h_w}\right) \left[4 - 6 \left(\frac{h_f}{h_w}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h_w}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h_w}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h_w}\right)} = 1,5$$

$$I_b = k \times \frac{b_w \times h_w^3}{12} = 1,5 \times \frac{20 \times 25^3}{12} = 37902,66 \text{ cm}^4$$

$$I_p = \frac{b_p \times h_f^3}{12} = \frac{490 \times 12^3}{12} = 5880 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = \frac{I_b}{I_p} = \frac{37902,66}{5880} = 6,44$$

$$h_{\min} = \frac{L_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta} = \frac{450 \left(0,8 + \frac{420}{1400}\right)}{36 + 9(1,427)} = 10,52 \text{ cm}$$

Dengan minimal ketebalan pelat 10,52 cm, maka ketebalan pelat rencana 12 cm sudah memenuhi syarat.

### Kolom

Kolom 1 (K1)

Tabel 1 Beban Mati K1 Bentang 4,3 m

Beban Mati Lantai Atap						
	Luas (m <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Berat	Beban Aksial
Pelat	15.05			0.12	2400	4334.4
Balok 2		15.6	0.2	0.25	2400	1872
Kolom 1		0.2	0.2	24.72	2400	2373.12
Berat keramik	15.05				24	361.2
Berat spesi 2 cm	15.05				21	316.05
Plafon	15.05				11	165.55
Penggantung	15.05				7	105.35
Elektrikal sanitasi	15.05				40	602
<b>TOTAL BEBAN MATI</b>						<b>10129.67</b>

Tabel 2 Beban Mati K1 Bentang 4,9 m

Beban Mati Lantai Atap						
	Luas (m <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Berat	Beban Aksial
Pelat	17.15			0.12	2400	4939.2
Balok 2		16.8	0.2	0.25	2400	2016
Kolom 1		0.2	0.2	24.72	2400	2373.12
Berat keramik	17.15				24	411.6
Berat spesi 2 cm	17.15				21	360.15
Plafon	17.15				11	188.65
Penggantung	17.15				7	120.05
Elektrikal sanitasi	17.15				40	686
<b>TOTAL BEBAN MATI</b>						<b>11094.77</b>

Tabel 3 Beban Mati K1 Lt. 2

Beban Mati Lantai Atap						
	Luas (m <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Berat	Beban Aksial
Pelat	18.72			0.12	2400	5391.36
Balok 2		15.768	0.2	0.25	2400	1892.16
Kolom 1		0.2	0.2	24	2400	2304
Berat keramik	18.72				24	449.28
Berat spesi 2 cm	18.72				21	393.12
Plafon	18.72				11	205.92
Penggantung	18.72				7	131.04
Elektrikal sanitasi	18.72				40	748.8
<b>TOTAL BEBAN MATI</b>						<b>11515.68</b>

Tabel 4 Beban Hidup K1 Bentang 4,3 m

Beban Hidup			
	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat	Beban Aksial
Perkantoran	15.05	250	3762.5
Atap	15.05	100	1505
<b>TOTAL BEBAN HIDUP</b>			<b>5267.5</b>

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

**Tabel 5** Beban Hidup K1 Bentang 4,9 m

Beban Hidup			
	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat	Beban Aksial
Perkantoran	17.15	250	4287.5
Atap	17.15	100	1715
<b>TOTAL BEBAN HIDUP</b>			<b>6002.5</b>

**Tabel 6** Beban Hidup K1 Lt. 2

Beban Hidup			
	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat	Beban Aksial
Perkantoran	18.72	250	4680
Atap	18.72	100	1872
<b>TOTAL BEBAN HIDUP</b>			<b>6552</b>

- Bentang 4,3

$$\begin{aligned} \text{Beban ultimate} &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ &= 1,2 (10129,67) + 1,6 (5267,5) \\ &= 20583,604 \end{aligned}$$

$$A = \frac{W}{\phi f'c} = \frac{20583,604}{0,3 \times 305} = 225,95 \text{ cm}^2$$

$$b = h = \sqrt{225,95} = 15,03 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Maka dimensi Kolom = 20 cm x 20 cm

- Bentang 4,9

$$\begin{aligned} \text{Beban ultimate} &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ &= 1,2 (11094,77) + 1,6 (6002,5) \\ &= 22917,72 \end{aligned}$$

$$A = \frac{W}{\phi f'c} = \frac{22917,72}{0,3 \times 305} = 250,46 \text{ cm}^2$$

$$b = h = \sqrt{250,46} = 15,82 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Maka dimensi Kolom = 20 cm x 20 cm

- Lantai 2

$$\begin{aligned} \text{Beban ultimate} &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ &= 1,2 (11515,68) + 1,6 (6552) \\ &= 24302,016 \end{aligned}$$

$$A = \frac{W}{\phi f'c} = \frac{24302,016}{0,3 \times 305} = 265,6 \text{ cm}^2$$

$$b = h = \sqrt{265,6} = 16,3 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Maka dimensi Kolom = 20 cm x 20 cm

Kolom 2 (K2)

**Tabel 7** Beban Mati K2

Beban Mati Lantai Atap						
	Luas (m <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Berat	Beban Aksial
Pelat	31.07			0.12	2400	8948.16
Balok 1		19.9	0.3	0.3	2400	4298.4
Balok 2		15.768	0.2	0.25	2400	1892.16
Kolom 1		0.2	0.2	24	2400	2304
Kolom 2		0.3	0.3	16	2400	3456
Berat keramik	31.07				24	745.68
Berat spesi 2 cm	31.07				21	652.47
Plafon	31.07				11	341.77
Penggantung	31.07				7	217.49
Elektrikal sanitasi	31.07				40	1242.8
Dinding 1/2 bata	15.05			3	250	11287.5
<b>TOTAL BEBAN MATI</b>						<b>35386.43</b>

**Tabel 8** Beban Hidup K2

Beban Hidup			
	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat	Beban Aksial
Perkantoran	31.07	250	7767.5
Atap	31.07	100	3107
<b>TOTAL BEBAN HIDUP</b>			<b>10874.5</b>

$$\begin{aligned} \text{Beban ultimate} &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ &= 1,2 (35386,43) + 1,6 (10874) \\ &= 59862,916 \end{aligned}$$

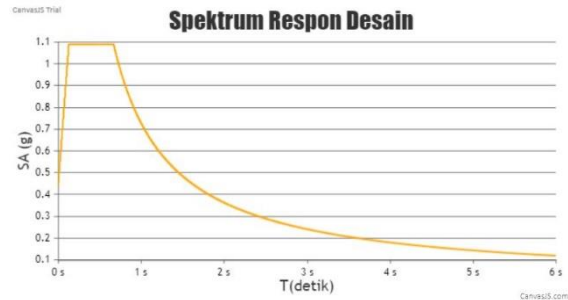
$$A = \frac{W}{\phi f'c} = \frac{59862,916}{0,3 \times 305} = 654,24 \text{ cm}^2$$

$$b = h = \sqrt{654,24} = 25,58 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

Maka dimensi Kolom = 30 cm x 30 cm

### Data Respon Spektrum

Berikut merupakan hasil respon spektrum menurut rsa.ciptakarya wilayah Kabupaten Kerinci Jambi dengan jenis tanah sedang (SD).



**Gambar 3** Grafik Respon Spektrum Kerinci Jambi  
Dari hasil grafik respon spektrum didapat data respon spektrum yang akan dimasukkan pada SAP 2000 dengan antar waktu 0,1 detik.

### Pembebanan Struktur

- **Beban Mati Tambahan**

Perhitungan beban mati tambahan menurut PPPURG 1987.

**PROSIDING**  
**SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021**

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

• **Beban Hidup**

Menurut PPPURG 1987 beban hidup pada struktur bangunan ini hanya pada area pelat.

Lantai perkantoran = 250 kg/m<sup>2</sup>

Atap (tidak dapat dicapai) = 100 kg/m<sup>2</sup>

• **Beban Angin**

Pembebanan angin menurut SNI 1727 : 2018.

Kategori resiko gedung : IV

Kecepatan angin dasar (V) : 2,93 m/s

Faktor arah angin (K<sub>d</sub>) : 0,85

Kategori eksposure : B

Faktor tofografi (K<sub>zt</sub>) : 1

Faktor efek tiupan angin (G) : 0,85

Klasifikasi ketertutupan : gedung rencana sebagai bangunan tertutup

Koefisien tekanan internal (GC<sub>pi</sub>) : ± 0,18

Koefisien eksposur tekanan velositas (K<sub>z</sub> atau K<sub>h</sub>) : 0,66

Tekanan velositas (q<sub>z</sub> atau q<sub>h</sub>) :

$q_z = 0,613 K_z K_{zt} K_d V^2$  (N/m<sup>2</sup>)

= 0,613 x 0,66 x 1 x 0,85 x 2,93<sup>2</sup>

= 2,95 N/m<sup>2</sup>

= 0,3 kg/m<sup>2</sup>

Koefisien tekanan eksternal (C<sub>p</sub> atau C<sub>N</sub>)

Koefisien tekanan horizontal :

- Kolom angin datang (C<sub>p</sub> = 0,8)

- Kolom angin pergi (C<sub>p</sub> = -0,5)

Koefisien tekanan vertikal :

- Kolom angin datang (C<sub>p</sub> = -1,3)

- Kolom angin pergi (C<sub>p</sub> = -0,7)

Tekanan angin (P = q x G x C<sub>p</sub>)

**Tabel 9** Beban Angin Vertikal

Arah Angin	qv	G	CP	P
	kg/m <sup>2</sup>			kg/m <sup>2</sup>
Datang (Pelat Lantai)	0.3	0.85	-1.3	-0.3315
Pergi (Pelat Lantai)	0.3	0.85	-0.7	-0.1785

**Tabel 10** Beban angin horizontal lantai 1

Arah Angin	qv	G	CP	P	L	F
	kg/m <sup>2</sup>			kg/m <sup>2</sup>	m	kg/m
Datang (Kolom)	0.3	0.85	0.8	0.204	1	0.204
Pergi (Kolom)	0.3	0.85	-0.5	-0.1275	1	-0.128
Datang (Kolom)	0.3	0.85	0.8	0.204	2.5	0.51
Pergi (Kolom)	0.3	0.85	-0.5	-0.1275	2.5	-0.319
Datang (Kolom)	0.3	0.85	0.8	0.204	3.25	0.663
Pergi (Kolom)	0.3	0.85	-0.5	-0.1275	3.25	-0.414
Datang (Kolom)	0.3	0.85	0.8	0.204	3.5	0.714
Pergi (Kolom)	0.3	0.85	-0.5	-0.1275	3.5	-0.446
Datang (Kolom)	0.3	0.85	0.8	0.204	1.75	0.357
Pergi (Kolom)	0.3	0.85	-0.5	-0.1275	1.75	-0.223

**Tabel 11** Beban angin horizontal lantai 2

Arah Angin	qv	G	CP	P	L	F
	kg/m <sup>2</sup>			kg/m <sup>2</sup>	m	kg/m
Datang (Kolom)	0.3	0.85	0.8	0.204	0.875	0.1785
Pergi (Kolom)	0.3	0.86	-0.5	-0.1275	0.875	-0.1116

Setelah melakukan perhitungan, maka dapat dilakukan penginputan nilai beban angin pada SAP 2000. Tapi sebelumnya tentukan arah angin datang dan angin pergi. Pilihan angin datang dan pergi gedung PKP-PK, dimana arah angin datang dan pergi mengarah pada sumbu X.

**Permodelan Struktur Pada SAP 2000**

Membuat desain struktur

Perletakan : Assign - Join Restraint - Jepit

Menentukan material : menggunakan beton fc' 30 MPa dan baja 420 MPa, Define - Material - Add New Material.

Membuat penampang yang terdiri dari balok, pelat, dan kolom. Define - Section Properties - Frame - Section - Add New Property.

Input tipe beban yang terdiri dari *Dead*, *Super Dead*, *Live*, *Live Roof*, *Wind*, dan *Quake*. Define - Load Pettern - Add New Load Pattern.

Input kombinasi pembebanan Define - Load Combinations - Add New Combo.



Input respon spektrum yang didapat pada rsa.ciptakarya Define - Function - Respon Spectrum.

Input beban mati tambahan pada dinding, Assign - Frame Loads - Distributed. Beban mati tambahan pada pelat, Assign- Area Loads - Uniform to Frame.

Input beban hidup Assign - Area Loads - Uniform to Frame.

Input beban angin Assign - Area Loads - Uniform to Frame.

Setelah melakukan tahapan tersebut, maka dapat dilakukan *running* pada SAP 2000.

**Kontrol Awal Permodelan**

- **Gravity (Beban Mati), Global FZ**

Pada tahap ini membandingkan hasil *running* SAP 2000 dan perhitungan manual dengan toleransi  $\pm 5\%$ . Untuk mendapatkan nilai Global FZ maka *running* SAP 2000 lalu klik Display - Show Tables - Analysis Result - Struktur Output lalu pilih Select Load Case yaitu DEAD.

OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ	GlobalX
Test	Test	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
DEAD	LEGlobal	0.0000002196	0.0000000342	74629.03	48287.36	-398501.04	0.0000001161	0

**Gambar 4** Nilai GlobalFZ

Untuk perhitungan manual beban aksial digunakan rumus jumlah section x lebar x tinggi x berat.

**Tabel 12** Perhitungan Manual

Perhitungan Manual						
	Luas (m2)	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Berat (kg/m3) (kg/m2)	Beban Aksial (kg)
Pelat	148.02			0.12	2400	42629.76
Balok 1		32.15	0.3	0.3	2400	6944.4
Balok 2		86.5	0.2	0.25	2400	10380
Kolom 1		0.2	0.2	80.72	2400	7749.12
Kolom 2		0.3	0.3	24	2400	5184
<b>TOTAL</b>						<b>72887.28</b>

Dari hasil *running* SAP didapat nilai GlobalFZ 74629,03 dan perhitungan manual 72887,28 yang jika dibandingkan memiliki toleransi 2,14% (OK).

- **Beban Gempa Respon Spektrum**

QuakeX

$$U1 = \frac{1}{R} \cdot g$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 9,81 \cdot 1$$

$$= 1,226$$

QuakeY

$$U2 = \frac{1}{R} \cdot g$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 9,81 \cdot 0,3$$

$$= 0,367$$

Hasil perhitungan QuakeX dan QuakeY dimasukan pada load factor didalam load case respon spektrum SAP 2000.

- **Base Shear**

Pada kontrol ini akan dilakukan perubahan nilai pada QuakeX dan QuakeY yang dimana setelah itu dibandingkan Vstatik hasil perhitungan manual dengan Vdynamic hasil dari analisa program SAP2000 dengan syarat  $V_{statik} > V_{dynamic}$ .

-  $V_{statik}$

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \quad C_s = \frac{SDS}{R}$$

$$= 0,044 \cdot 1,09 \cdot 1,5 \quad = \frac{1,09}{1,5}$$

$$= 0,071 \quad = 0,205$$

$V_{statik} = C_s \cdot W$  (Nilai  $C_s$  diambil pada nilai terbesar)

$$V_{statik} = 0,205 \times 74629,03 = 15299$$

-  $V_{dynamic}$

Untuk mengetahui nilai  $V_{dynamic}$  Display - Show Tables - Ananlysis Results - Structure Output lalu pilih Select Load Case yaitu QuakeX dan QuakeY, maka akan didapat hasil seperti berikut.

**Tabel 13** Hasil Perbandingan

	$V_{statik}$	$V_{dynamic}$
X	15299	3513,54
Y	15299	2949,57

Selanjutnya yaitu mengganti nilai scale factor pada SAP 2000, dengan perhitungan  $V_{statik} / V_{dynamic}$ .

$$\text{Scale Factor X} = \frac{15299}{3513,54}$$

$$= 4,354$$

$$\text{Scale Factore Y} = \frac{15299}{2949,57}$$

$$= 5,187$$

Nilai tersebut diinput pada SAP 2000 untuk Load Case Response pada Scale Factor, lalu dilakukan *running* kembali. Berikut merupakan perubahan nilai pada  $V_{dynamic}$ .

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

**Tabel 14** Cek  $V_{statik} > V_{dinamik}$

	$V_{statik}$	$V_{dinamik}$	Cek
X	15299	12414,29	OK
Y	15299	12388,72	OK

- Partisipasi Massa**

Untuk mengetahui hasil partisipasi massa pada SAP 2000 hal yang harus dilakukan adalah Display - Show Tables - Analysis Results - Structure Output lalu pilih Select Load Case yaitu Modal.

Output Case	Step Type	Step Num	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Test	Test	Unlabeled	Sec	Unlabeled	Unlabeled	Unlabeled	Unlabeled	Unlabeled
MODAL	Mode	1	0.000177	0.293	0.302	0.000000095	0.293	0.302
MODAL	Mode	2	0.000168	0.674	0.296	0.0000254	0.967	0.668
MODAL	Mode	3	0.000141	0.033	0.331	0.00000287	1	1
MODAL	Mode	4	0.000037	0.000117	0.000001799	0.222	1	1
MODAL	Mode	5	0.00003	0.0000112	0.00000591	0.000259	1	1
MODAL	Mode	6	0.000022	0.00002802	0.0000005675	0.00041	1	1
MODAL	Mode	7	0.000022	0.00003634	0.0000009903	0.015	1	1
MODAL	Mode	8	0.00002	0.00001124	0.00000191	0.001178	1	1
MODAL	Mode	9	0.000019	0.0000002583	0.000001026	0.000008	1	1
MODAL	Mode	10	0.000012	0.000000396	0.000004607	0.002033	1	1
MODAL	Mode	11	0.000012	1.62E-14	0.00001276	0.02	1	1
MODAL	Mode	12	0.000011	1.93E-13	1.157E-13	0.545	1	1

**Gambar 5** Partisipasi Massa

Perencanaan gedung harus menjamin partisipasi massa struktur minimal 90%, pada mode ke-3 untuk SumUX = 1 (100%) dan SumUY = 1 (100%). Maka perencanaan gedung sudah sesuai dengan peraturan yaitu berada diatas 90% (OK).

- Faktor Simpangan**

Simpangan ijin ( $\Delta a$ ) dapat dilihat pada tabel 20 SNI 1726 : 2019, gedung PKP-PK memasuki Kategori IV dan pada tabel masuk ke opsi “semua struktur lainnya” dimana simpangan ijinnya yaitu  $0,01h_{sx}$  ( $h_{sx}$  = tinggi rencana bangunan). Simpangan ijin bangunan ( $\Delta a$ ) yang direncanakan =  $0,01 \times 7$  meter =  $0,07$ .

- Simpangan pada tingkat 1**

$$\Delta 1 = \frac{Cd \times \delta e}{I_e} \leq \Delta a$$

- Arah X

$$Ex = \frac{5,5 \times (4,5 \times 10^{-11})}{1,5} = 2,47 \times 10^{-10} \leq 0,07 \text{ (OK)}$$

- Arah Y

$$Ey = \frac{5,5 \times (1,1 \times 10^{-10})}{1,5} = 6,05 \times 10^{-10} \leq 0,07 \text{ (OK)}$$

- Simpangan pada tingkat 2**

$$\Delta 2 = \frac{\delta e 2 - \delta e x Cd}{I_e} \leq \Delta a$$

- Arah X

$$Ex = \frac{((1,4 \times 10^{-9}) - (4,5 \times 10^{-11})) \times 5,5}{1,5}$$

$$= 7,45 \times 10^{-9} \leq 0,07 \text{ (OK)}$$

- Arah Y

$$Ex = \frac{((1,3 \times 10^{-9}) - (1,1 \times 10^{-10})) \times 5,5}{1,5} = 6,54 \times 10^{-9} \leq 0,07 \text{ (OK)}$$

### Penulangan Struktur

- Balok**

Data perencanaan pada balok 1 :

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

$$f_y = 350 \text{ MPa dan } 240 \text{ MPa}$$

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

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

$$D = 16 \text{ mm}$$

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

$$t_s = 40 \text{ mm}$$

$$Mu^- = 12,448 \text{ kNm}$$

$$Mu^+ = 7,240 \text{ kNm}$$

$$Vu = 14,689 \text{ kNm}$$

$$\beta_1 = \text{Min} - \left( \frac{f_c' - 30}{7} \right) \cdot 0,05$$

$$= 0,65 - \left( \frac{30 - 30}{7} \right) \cdot 0,05$$

$$= 0,65$$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

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

$$= 0,65 \cdot 0,85 \cdot \frac{30}{350} \cdot \frac{600}{600 + 350}$$

$$= 0,0299$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{max} = \frac{0,75 \cdot \rho_b \cdot f_y \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot \rho_b \cdot f_y)}{(0,85 \cdot f_c')}$$

$$= \frac{0,75 \cdot 0,0299 \cdot 350 \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 0,029 \cdot 350)}{(0,85 \cdot 30)}$$

$$= 6,6426$$

Faktor reduksi kekuatan lentur balok menurut SNI 2847 : 2019 pada Tabel 21.2.2 memiliki nilai  $\phi = 0,90$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d_s = t_s + \emptyset + D/2$$

$$= 40 + 12 + 16/2$$

$$= 60 \text{ mm}$$

Jumlah tulangan dalam satu baris,

$$n_s = \frac{(b - 2 \cdot d_s)}{\frac{25 + D}{(300 - 2 \cdot 60)}}$$

$$= \frac{25 + 16}{25 + 16}$$

$$= 4,39$$

Maka digunakan jumlah tulangan dalam satu baris adalah 4 buah.

Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,

$$x = \frac{(b - n_s \cdot D - 2 \cdot d_s)}{(n_s - 1)}$$

$$= \frac{(300 - 4 \cdot 16 - 2 \cdot 60)}{(4 - 1)} = 38,67 \text{ mm}$$

Jarak vertikal pusat ke pusat antar tulangan,

$$y = D + 25 \\ = 16 + 25 = 41 \text{ mm}$$

Perhitungan penulangan dilakukan pada tulangan positif, negatif, dan geser. Pada perhitungan tulangan positif dan negatif menggunakan rumus yang sama, hanya saja pada perhitungan momen nominal rencana perlu diperhatikan.

Tulangan momen positif

Momen positif nominal rencana,

$$M_n = M_u^+ / \phi \\ = 31,021 / 0,90 \\ = 34,468 \text{ kNm}$$

Diasumsikan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton ( $d'$ ) adalah 70 mm

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' \\ = 300 - 70 = 230 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = \frac{M_n \cdot 10^6}{(b \cdot d^2)} \\ = \frac{34,468 \cdot 10^6}{(300 \cdot 230^2)} \\ = 2,1719$$

Dimana  $R_n < R_{max} = 2,1719 < 6,6426$  (OK)

Rasio tulangan yang diperlukan,

$$\rho = 0,85 \cdot \frac{f_c'}{f_y} \cdot 1 - \sqrt{1 - 2 \frac{R_n}{(0,85 \cdot f_c')}} \\ = 0,85 \cdot \frac{30}{350} \cdot 1 - \sqrt{1 - 2 \frac{2,1719}{(0,85 \cdot 30)}} \\ = 0,00649$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = \sqrt{\frac{f_c'}{(4 \cdot f_y)}} \\ = \sqrt{\frac{30}{(4 \cdot 350)}} = 0,00391 \\ \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \\ = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

Rasio tulangan yang digunakan yaitu nilai yang paling besar sehingga menggunakan nilai rasio 0,004.

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \\ = 0,004 \cdot 300 \cdot 230 \\ = 448 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = \frac{A_s}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2} \\ = \frac{448}{\frac{\pi}{4} \cdot 16^2} \\ = 2,229 \approx 3$$

Maka tulangan yang dibutuhkan adalah 3 dengan diameter 16 mm

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = n \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \\ = 3 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 16^2 \\ = 531 \text{ mm}^2$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b = n / n_s \\ = 3 / 4 = 0,75$$

Dimana nilai  $n_b < 3 = 0,75 < 3$  (OK), sehingga didapat jumlah tulangan ( $n_i$ ) pada momen positif adalah 3 dengan tiap jarak ( $y_i$ ) 60 mm dan jumlah jarak 180 mm.

Leleh titik berat tulangan,

$$d' = \sum \frac{[n_i \cdot y_i]}{n} \\ = \sum \frac{[180]}{3} \\ = 60 \text{ mm}$$

Maka dari hasil tersebut jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton yang diasumsikan sudah OK ( $60 < 70$ ).

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' \\ = 300 - 60 \\ = 240 \text{ mm} \\ a = \frac{A_s \cdot f_y}{(0,85 \cdot f_c' \cdot b)} \\ = \frac{603 \cdot 350}{(0,85 \cdot 30 \cdot 300)} \\ = 27,597 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) \cdot 10^{-6} \\ = 603 \cdot 350 \cdot (240 - \frac{27,597}{2}) \cdot 10^{-6} \\ = 47,755 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$\phi \cdot M_n = 0,90 \cdot 47,755 = 42,979 \text{ kNm}$$

Pada momen positif tulangan yang dibutuhkan adalah 3 buah dengan diameter 16 mm dimana syaratnya adalah  $\phi \cdot M_n \geq M_u^+ = 42,979 \geq 31,021$  dengan angka keamanan tidak boleh



**PROSIDING**  
**SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021**

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

lebih dari satu sehingga 31,021 / 42,979  
= 0,722 (AMAN).

Tulangan geser

Gaya geser ultimit rencana,

$$V_u = 47,273 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan geser balok menurut SNI 2847 : 2019 pada tabel 21.2.4 memiliki nilai  $\phi = 0,75$

Tegangan leleh tulangan geser,

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

Kuat geser beton,

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \cdot 10^{-3} \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30} \cdot 300 \cdot 230 \cdot 10^{-3} \\ &= 62,988 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tahanan geser beton,

$$\phi \cdot V_c = 0,75 \cdot 62,988 = 47,241 \text{ kN}$$

Nilai kuat geser sengkang ( $V_s$ ) diambil pada nilai terkecil antara gaya geser ultimit rencana ( $V_u$ ) dan tahanan geser beton, sehingga nilai  $V_s = 47,273$ . Diasumsikan menggunakan sengkang berpenampang 2  $\emptyset 12$ .

Jarak sengkang maksimum,

$$\begin{aligned} S_{\max} &= d / 2 \\ &= 240 / 2 \\ &= 120 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak sengkang maximum yang digunakan yaitu 120 mm.

**Tabel 15** Cek Spasi

Area	Jarak Antar Tulangan Geser (s)		
	Rencana s (mm)	Syarat d/2 (mm)	Cek s < d/2 < 600 mm
Tumpuan	100	120	OK
Lapangan	120	120	OK

Maka digunakan tulangan sengkang 2 kaki pada area tumpuan  $\emptyset 12$  dengan tiap jarak 100 mm dan area lapangan  $\emptyset 12$  dengan tiap jarak 120 mm.

**Tabel 16** Hasil Penulangan Balok

	Positif	Geser	Tumpuan
	Negatif		Lapangan
B1	3 D 16	2 P 12	100 mm
	5 D 16		120 mm
B2	2 D 13	2 P 12	75 mm
	2 D 13		90 mm

• **Pelat**

Data perencanaan pada pelat :

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

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

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

$$t_s = 40 \text{ mm}$$

$$M_{ulx} = 10,064 \text{ kNm/m}$$

$$M_{uly} = 10,255 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ulx} = 21,559 \text{ kNm/m}$$

$$M_{uly} = 13,954 \text{ kNm/m}$$

Untuk menentukan nilai momen rencana maksimum pelat ( $M_u$ ) ditentukan pada momen lapangan dan tumpuan dengan nilai paling tinggi, sehingga nilai  $M_u = 21,559 \text{ kNm/m}$ .

$$\beta_1 = \text{Min} - \left( \frac{f_c' - 30}{7} \right) \cdot 0,05$$

$$= 0,65 - \left( \frac{30 - 30}{7} \right) \cdot 0,05$$

$$= 0,65$$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

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

$$= 0,65 \cdot 0,85 \cdot \frac{30}{420} \cdot \frac{600}{(600 + 420)}$$

$$= 0,0232$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{\max} = \frac{0,75 \cdot \rho_b \cdot f_y \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot \rho_b \cdot f_y)}{(0,85 \cdot f_c')}$$

$$= \frac{0,75 \cdot 0,023 \cdot 420 \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 0,023 \cdot 420)}{(0,85 \cdot 30)}$$

$$= 6,264$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0,90$$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d_s = t_s + \emptyset / 2$$

$$= 40 + 12 / 2$$

$$= 46 \text{ mm}$$

Tebal efektif pelat lantai,

$$d = h - d_s$$

$$= 120 - 46 = 74 \text{ mm}$$

Ditinjau pelat lantai selebar 1 m ( $b = 1000 \text{ mm}$ )

Momen nominal rencana,

$$M_n = M_u / \phi$$

$$= 21,559 / 0,90$$

$$= 23,954 \text{ kNm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = \frac{M_n \cdot 10^{-6}}{(b \cdot d^2)}$$

$$= \frac{23,954 \cdot 10^{-6}}{(1000 \cdot 74^2)}$$

$$= 4,37444$$

Dimana syarat  $R_n < R_{\max} = 4,37444 < 6,264$  (OK)

**PROSIDING**  
**SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021**

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

Rasio tulangan yang diperlukan,

$$\begin{aligned} \rho &= 0,85 \cdot \frac{f_c'}{f_y} \cdot 1 - \sqrt{1 - 2 \frac{R_n}{(0,85 \cdot f_c')}} \\ &= 0,85 \cdot \frac{30}{420} \cdot 1 - \sqrt{1 - 2 \frac{4,37444}{(0,85 \cdot 30)}} \\ &= 0,0115 \end{aligned}$$

Rasio tulangan minimum,

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= 1,4 / f_y \\ &= 1,4 / 420 \\ &= 0,0033 \end{aligned}$$

Rasio tulangan yang digunakan yaitu nilai yang paling besar antara rasio tulangan yang diperlukan dan rasio tulangan minimum sehingga menggunakan nilai rasio

$$\rho = 0,0115.$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0115 \cdot 1000 \cdot 74 \\ &= 851 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak tulangan yang diperlukan,

$$\begin{aligned} S &= \frac{\pi}{4} \cdot \phi^2 \cdot \frac{b}{A_s} \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot 12^2 \cdot \frac{1000}{851} \\ &= 133 \text{ mm} \approx 125 \text{ mm} \end{aligned}$$

Luas tulangan terpakai,

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\pi}{4} \cdot \phi^2 \cdot \frac{b}{s} \\ &= \frac{3,14}{4} \cdot 12^2 \cdot \frac{1000}{125} \\ &= 905 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan  $\phi$  12 dengan tiap jarak 125 mm dimana angka keamanan tidak boleh lebih dari satu sehingga luas tulangan yang diperlukan dibagi dengan luas tulangan terpakai, maka  $851 / 905 = 0,941$  (AMAN). Berikut merepukan gambar penulangan pelat.

• **Kolom**

Data perencanaan pada kolom 1 :

- $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- $f_y = 420 \text{ MPa}$
- $d_b = 16 \text{ mm}$
- $d_s = 13 \text{ mm}$
- $b = 200 \text{ mm}$
- $h = 200 \text{ mm}$
- $L = 4000 \text{ mm}$
- $t_s = 40 \text{ mm}$
- $hb = 250 \text{ mm}$

- Syarat gaya dan geometri

Syarat rasio dimensi penampang, dimana  $b/h \geq 0,4$  maka  $200/200 \geq 0,4 = 1 \geq 0,4$  (OK).

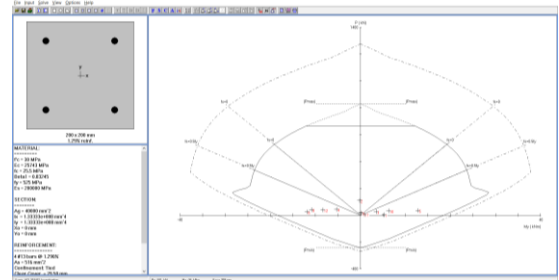
- Gaya dalam aksial (menggunakan software SpColumn)

Pada tahap ini memasukan hasil output SAP 2000 kedalam SpColumn yang dimana mengasumsikan pembuatan tulangan kolom.

**Tabel 17** Hasil Output SAP 2000 K1

P	M2	M3
2.711	10.4684	5.2244
108.907	-0.307	-0.2404
26.1	11.6371	3.4456
44.486	-11.808	-5.3477
36.626	-1.3956	12.6906
26.015	-3.3156	-11.908
21.232	0.2413	-0.0399
42.839	-2.7657	-10.891
15.699	0.135	0.184
33.611	-8.3256	6.2022
7.795	0.2793	0.829
39.967	-10.809	-8.3439

Setelah itu didapat hasil pada SpColumn seperti pada gambar berikut ini dimana beban yang terjadi masuk kedalam diagram interaksi sehingga perencanaan kolom sudah memenuhi dengan jumlah tulangan 4 buah dengan diameter 16 mm.



**Gambar 6** SpColumn K1

Pada hasil SpColumn didapat nilai momen nominal untuk masing-masing pada sumbu X dan Y sebagai berikut.

Sumbu X	Sumbu Y
$\phi M_{nx} \geq M_{ux}$	$\phi M_{ny} \geq M_{uy}$
$25,47 \geq 10,47$	$25,47 \geq 5,22$
$M_n = \frac{25,47}{\phi}$	$M_n = \frac{25,47}{\phi}$
$= 28,3$	$= 28,3$

Luas tulangan longitudinal,

$$\begin{aligned} A_s &= n \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_b^2 \\ &= 4 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 16^2 \\ &= 804,2 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

Rasio tulangan,

$$\rho = \frac{A_s}{(b \cdot h)} = \frac{804,2}{(200 \cdot 200)} = 2,01\%$$

Cek  $\rho_{\min}$  dan  $\rho_{\max}$ , dimana  $1\% \leq \rho \leq 6\% = 1\% \leq 2,01\% \leq 6\%$  (OK).

- Pengecekan *Strong Column – Weak Beam* (SCWB)

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 Pasal 18.7.3.2 menyatakan bahwa Cek SCWB dengan syarat  $2 \cdot M_{nc} \geq 1,2 \cdot (M_n^- + M_n^+)$   
Momen nominal kolom  $M_{nc} = 25,47$  kNm  
Momen nominal  $M_n^-$  tumpuan balok = 16,946 kNm

Momen nominal  $M_n^+$  tumpuan balok = 16,496 kNm

Maka  $2 \cdot M_{nc} \geq 1,2 \cdot (M_n^- + M_n^+)$  didapat  
 $2 \cdot 25,45 \geq 1,2 \cdot (16,946 + 16,496) = 50,9 \geq 40,68$  (OK)

- Tulangan pada tumpuan

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 Pasal 18.7.5.3 spasi yang digunakan sebagai berikut.

$$S_{\max 1} = b / 4 = 350 / 4 = 87,5 \text{ mm}$$

$$S_{\max 2} = 6 \cdot d_b = 6 \cdot 19 = 114 \text{ mm}$$

Diasumsikan menggunakan tulangan sengkang 2 kaki dengan tiap jarak 50 mm, Sisi Pendek

$$A_{sh1} = n1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_s^2 = 2 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 13^2 = 265,465 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh1/s} = 265,465 / 50 = 5,309 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Sisi Panjang

$$A_{sh2} = n2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_s^2 = 2 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 13^2 = 265,465 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh2/s} = 265,465 / 50 = 5,309 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Kekangan zona sendi menurut SNI 2847 : 2019 Pasal 18.7.5.2.

Lebar penampang inti beton,

$$b_c = b - 2t_s = 200 - (2 \cdot 40) = 120 \text{ mm}$$

Pancang penampang inti beton,

$$h_c = h - 2t_s = 200 - (2 \cdot 40) = 120 \text{ mm}$$

Luas penampang kolom,

$$A_g = b \cdot h = 200 \cdot 200 = 40000 \text{ mm}^2$$

Luas penampang inti beton,

$$A_{ch} = b_c \cdot h_c = 120 \cdot 120 = 14400 \text{ mm}^2$$

- Tulangan pada lapangan

Cek spasi

$$\begin{aligned} \text{Spasi max} &= 6 \cdot d_b \\ &= 6 \cdot 16 \\ &= 96 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dengan asumsi tiap jarak tulangan pada lapangan adalah 90 mm, maka dapat disimpulkan spasi  $\leq$  spasi max = 90 mm  $\leq$  96 mm (OK).

Tabel 18 Hasil Penulangan Kolom

	T. Utama	Tumpuan	Lapangan
K1	4 D 16	2 P 13 - 50	2 P 13 - 90
K2	8 D 16	2 P 16 - 75	2 P 16 - 90

### Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Jenis pekerjaan yang dicantumkan pada RAB adalah pekerjaan pendahuluan, beton, dinding dan plesteran, lantai, atap dan pengecatan. Volume pekerjaan diperoleh dari perhitungan yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan di lapangan.

Tabel 19 RAB Gedung PKP-PK

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB) PEMBANGUNAN GEDUNG PKP-PK BARU DI BANDAR UDARA DEPATI PARBO KERINCI						
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)	
<b>I. PEKERJAAN PENDAHULUAN</b>						
1	Papan Nama Proyek	Ls	1,00	527.500,00	527.500,00	
2	Penyiapan, Pengukuran, dan Pembersihan Lokasi	Ls	1,00	5.000.000,00	5.000.000,00	
<b>II. PEKERJAAN BETON</b>						
1	Kolom Beton Bertulang	M3	5,46	6.721.150,00	36.697.479,00	
2	Balok Beton Bertulang	M3	7,30	7.182.960,00	52.435.608,00	
3	Pelat Beton Bertulang	M3	17,77	6.753.710,00	120.013.426,70	
<b>III. PEKERJAAN DINDING DAN PLESTERAN</b>						
1	Dinding 1/2 Bata	M2	150,72	171.075,00	25.784.424,00	
2	Plesteran dinding	M2	150,72	74.760,00	11.267.827,20	
<b>IV. PEKERJAAN LANTAI</b>						
1	Lantai Keramik 30 cm x 30 cm	M2	150,72	254.075,50	38.294.259,36	
<b>V. PEKERJAAN ATAP</b>						
1	Rangka Plafond	M2	150,72	27.085,00	4.082.251,20	
2	Plafond Gypsum	M2	150,72	55.973,80	8.436.371,14	
<b>VI. PEKERJAAN PENGECEKATAN</b>						
1	Pengecatan Dinding	M2	150,72	26.878,00	4.051.052,16	
					<b>JUMLAH</b>	306.590.198,76
					<b>PPN 10%</b>	30.659.019,88
					<b>TOTAL</b>	337.249.218,63
					<b>DIBULATKAN</b>	337.249.000,00
Terbilang : Tiga Ratus Tiga Puluh Tujuh Juta Dua Ratus Empat Puluh Sembilan Ribu Rupiah						

### PENUTUP

#### Simpulan

- Hasil penulangan struktur dan gambar detail penulangan  
- Balok 1 (B1)

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

Dimensi Balok (mm)	Tulangan
B1 300 x 300	
Negatif	3 D 16
Positif	3 D 16
Senggang	2 P 12 - 100 dan 2 P12 - 120

Dimensi Balok (mm)	Tulangan
K1 200 x 200	
Tulangan	4 D 16
Tumpuan	2 P 13 - 50
Lapangan	2 P 13 - 90

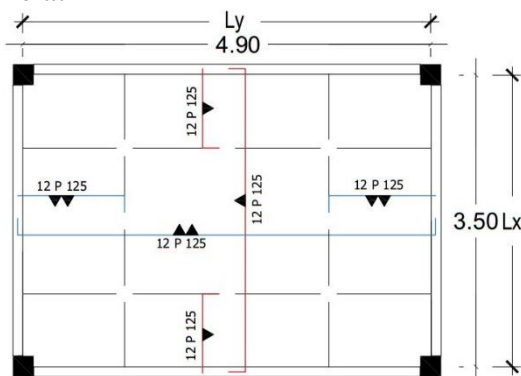
## - Balok 2 (B2)

Dimensi Balok (mm)	Tulangan
B2 200 x 250	
Negatif	2 D 13
Positif	2 D 13
Senggang	2 P 12 - 75 dan 2 P 12 90

## - Kolom 2 (K2)

Dimensi Balok (mm)	Tulangan
B2 300 x 300	
Tulangan	8 D 16
Tumpuan	2 P 16 - 75
Lapangan	2 P 16 - 90

## - Pelat



## - Kolom 1 (K1)

### • Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana pembangunan gedung PKP-PK baru di Bandar Udara Depati Parbo Kerinci mengeluarkan biaya sebesar Rp 337.249.000,00 terbilang Tiga Ratus Tiga Puluh Tujuh Juta Dua Ratus Empat Puluh Sembilan Ribu Rupiah.

### Saran

- Dilihat dari kondisi wilayah yang memasuki zona gempa tinggi maka disarankan pihak Bandar Udara Depati Parbo Kerinci untuk membangun gedung anti gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang bertujuan untuk mengurangi kerusakan atau kerugian yang besar saat gempa terjadi.
- Pada perencanaan pembangunan sebuah proyek selain memperhitungkan kekuatan struktur atas sebaiknya pihak bandara juga melakukan perencanaan struktur bawah atau pondasi sehingga

**PROSIDING**  
**SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021**

ISSN : 2548 – 8112 eISSN: 2622 – 8890

mendapatkan bangunan gedung yang kokoh.

[10] Sasmito, D. H., (2017). *Modifikasi Perencanaan Gedung Kantor Graha Atmaja Dengan Metode Dual System di Daerah Resiko Gempa Tinggi*. Surabaya.

[11] Wibowo, A. (2012). *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)*. Yogyakarta.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Ardiansyah, R. F., (2020). *Perencanaan Struktur Beton Pada Bangunan Atas Gedung Air Traffic Controller Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus di Bandar Udara Sultan Muhammad Kaharuddin Sumbawa Besar*. Surabaya.
- [2] Barnas, Edi., Karopeboka, Barian., Penelitian Kekuatan Tanah Metode CBR (California Bearing Ratio) di SPBG Bogor 1 Bubulak JL KH R Abdullah bin Nuh. *Program Studi Teknik Sipil*, 91 - 112.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta.
- [4] Direktur Jenderal Perhubungan Udara. (2015). *Standar Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual Of Standard CASR Part 139) Volume IV Pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK)*. Jakarta.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. (2018). *SNI 1727:2018 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta.
- [6] Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Dan Nongedung*. Jakarta.
- [7] Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta.
- [8] Liando, F. J., Dapas, S, O., Wallah, S. E., (2020). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 8 No. 4 471-482.
- [9] Pangestu, M. A. Y., (2020). *Perencanaan Perluasan Watchroom PKP-PK Bandar Udara Internasional Banyuwangi*. Surabaya.