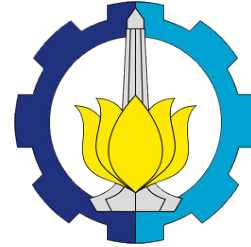


# TUGAS AKHIR

## MODIFIKASI PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL IBIS PADANG DENGAN MENGGUNAKAN *PRESTRESSED CONCRETE* DAN SISTEM SRPMK PADA DAERAH GEMPA TINGGI



**OLEH:**

**ANITA SANTI (3114 105 011)**

**DOSEN PEMBIMBING:**

**Prof. Dr. Ir. I GUSTI PUTU RAKA, DEA**

**Prof. TAVIO, ST., MT. PhD**

**PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA 2016**

# OUTLINE

PENDAHULUAN



TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

ANALISA HASIL

KESIMPULAN DAN SARAN

1. PRELIMINARY DESIGN
2. DESAIN STRUKTUR SEKUNDER
3. PEMBEBANAN DAN ANALISA GEMPA
4. DESAIN STRUKTUR PRIMER
5. DESAIN BALOK PRATEGANG
6. DESAIN PONDASI



# Latar Belakang



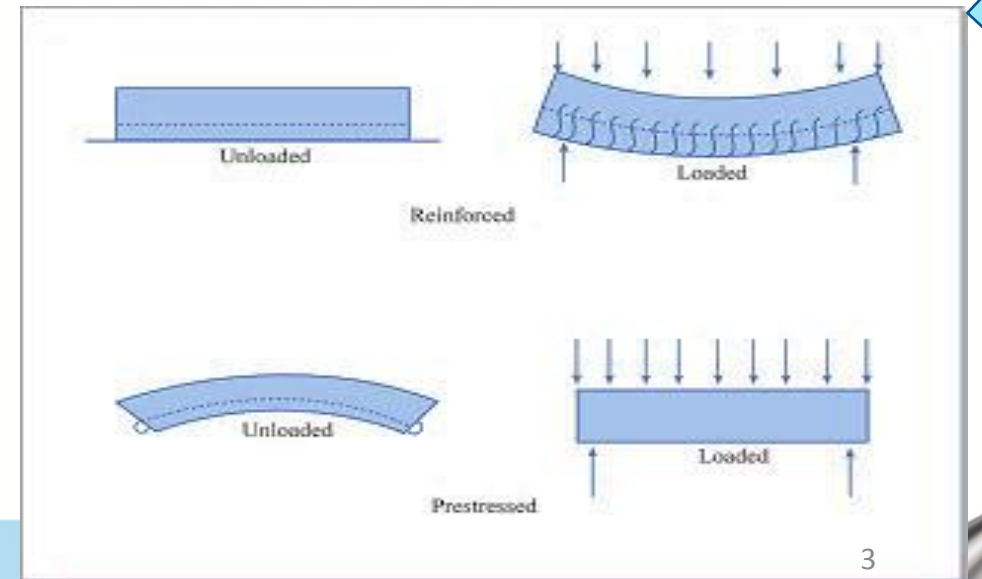
Seiring Berkembangnya pembangunan gedung bertingkat tinggi di berbagai negara



Kebutuhan terhadap ruangan yang luas dan mengharuskan tanpa adanya gangguan kolom ditengah ruangan.

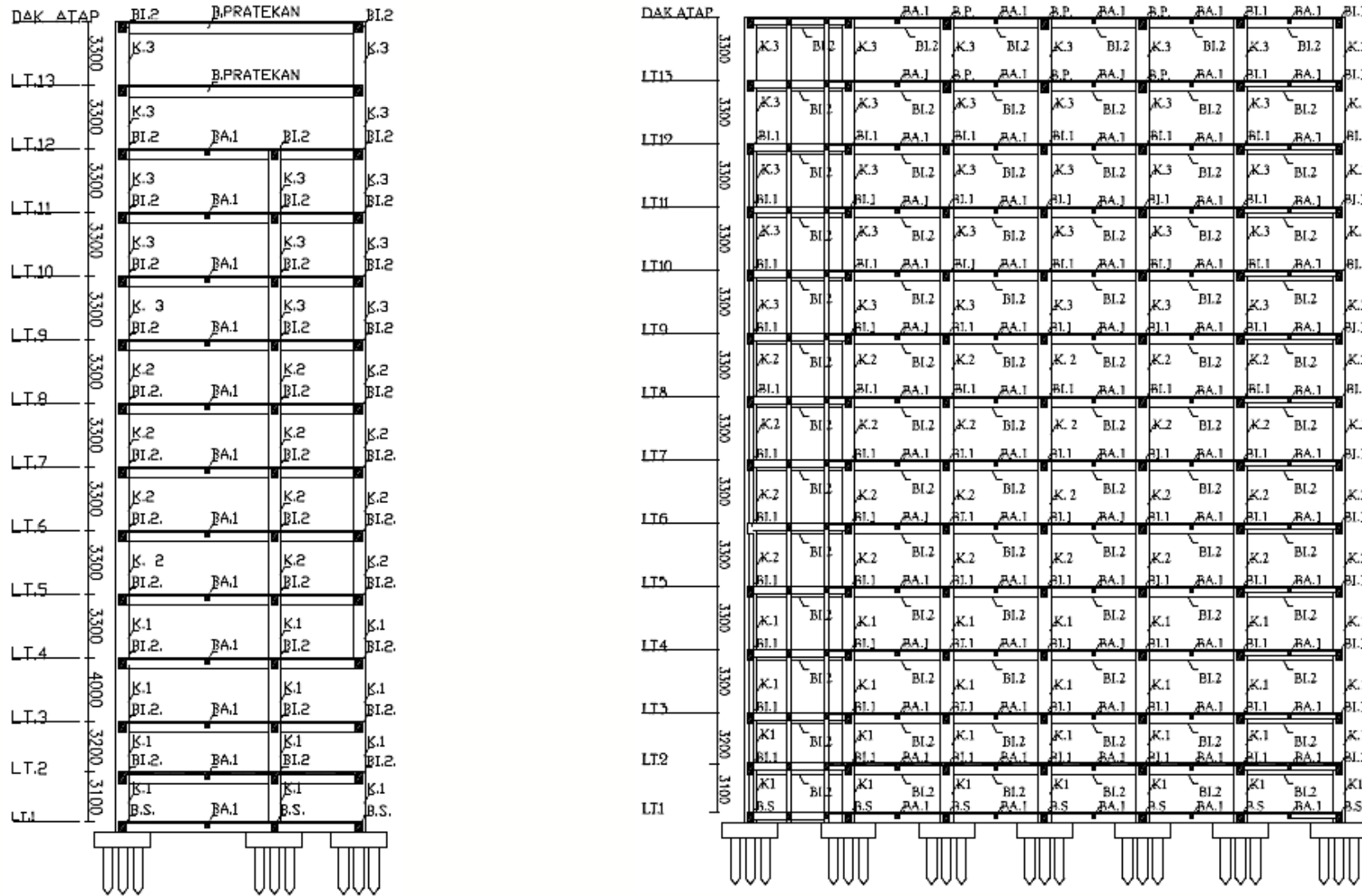


Maka digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen khusus





# Latar Belakang



Gambar : Potongan Melintang dan Memanjang



# Perumusan Masalah



**BAGAIMANA**

cara mendesain  
balok prategang  
pada daerah  
gempa tinggi

1. merencanakan struktur gedung

2. *preliminary design*

3. menghitung beban

4. menganalisa struktur dengan  
program bantuan SAP 2000

5. mengontrol elemen struktur

6. merencanakan pondasi

7. mengaplikasikan kedalam gambar  
tekhnik



## Daftar Pustaka

1. Lin. T.Y., dan Ned H. Burns. 2000. **Desain Struktur Beton Prategang Ed. 3 Jil.** Diterjemahkan oleh : Mediana. Jakarta : Erlangga.
2. Nawy, Edward G. 2001. **Beton Prategang : Suatu Pendekatan Mendasar Ed. 3 Jil. 1.** Diterjemahkan oleh : Bambang Suryoatmono. Jakarta : Erlangga.
3. Purwono, R. 2005. **Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Sesuai SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013 Terbaru.** Surabaya : ITS Press.
4. Departemen Pekerjaan Umum 2002. **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung (SNI 1726:2012),** Yayasan LPMB, Bandung.
5. Departemen Pekerjaan Umum 2002. **Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013),** Yayasan LPMB, Bandung.
6. Departemen Pekerjaan Umum 1987. **Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1987.** Bandung :Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan Gedung.
7. Tavo dan Benny Kusuma. 2009. **Desain Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa,** Surabaya : ITS Press.
8. Wahyudi,Herman. 1999. **Daya Dukung Pondasi Dalam,** Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

# OUTLINE

PENDAHULUAN

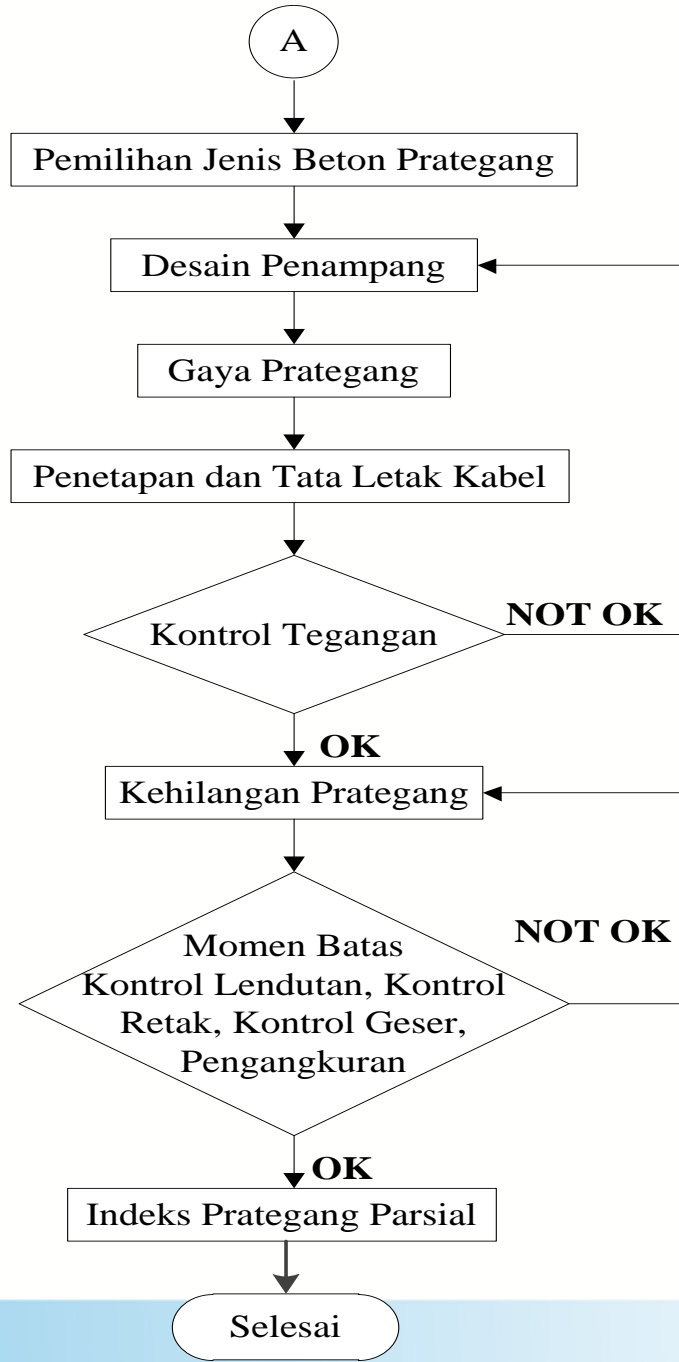
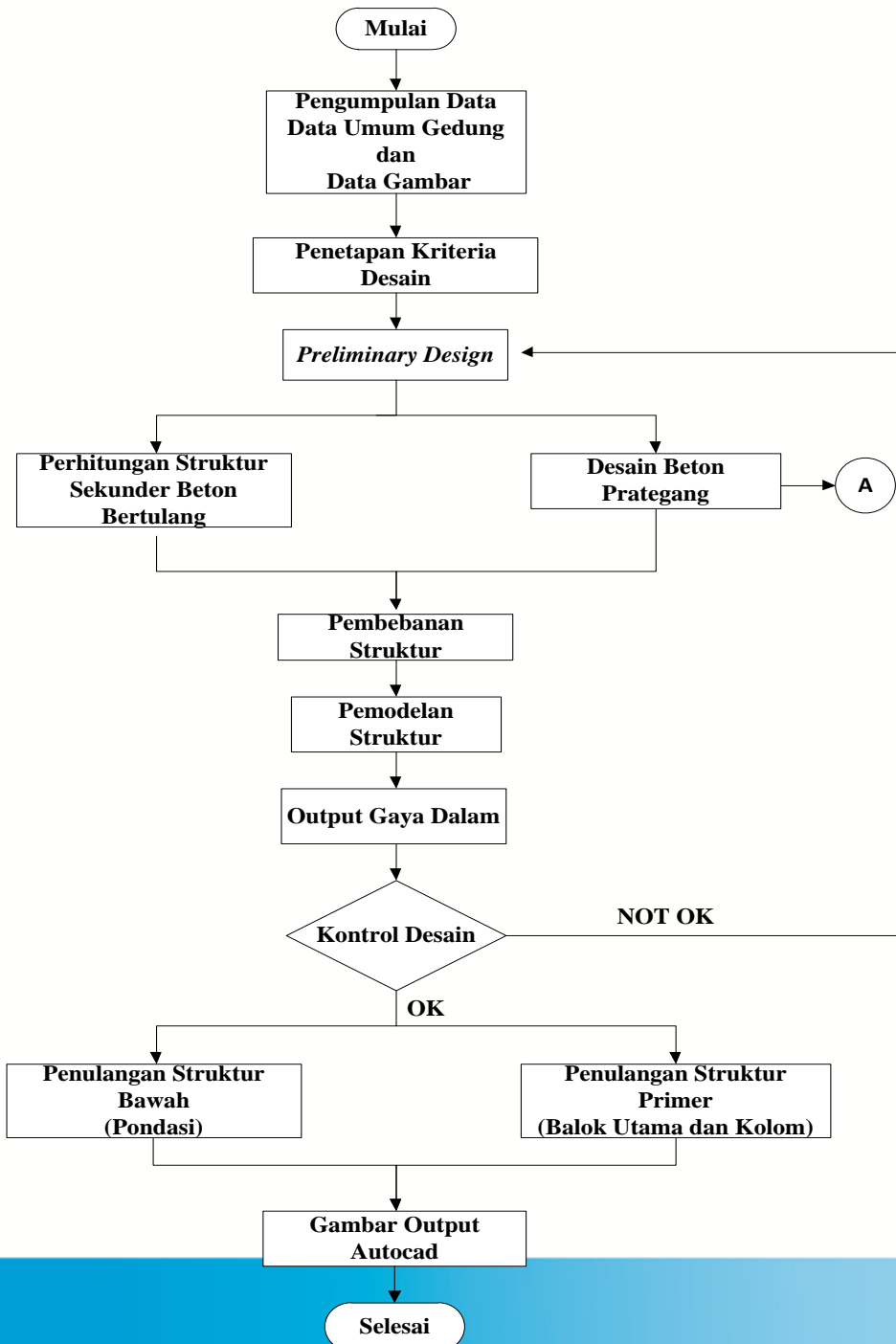
TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

ANALISA HASIL

KESIMPULAN

1. PRELIMINARY DESIGN
2. DESAIN STRUKTUR SEKUNDER
3. PEMBEBANAN DAN ANALISA GEMPA
4. DESAIN STRUKTUR PRIMER
5. DESAIN BALOK PRATEGANG
6. DESAIN PONDASI







## Data Umum Proyek

Nama Bangunan : Gedung Hotel Ibis  
Lokasi Bangunan : Padang, Sumatera Barat  
Fungsi Bangunan : Gedung Hotel  
Jumlah Lantai : 13 Lantai  
Tinggi Bangunan : 37,35 m  
Lantai 1 : 3,1 m  
Lantai 2 : 3,2 m  
Lantai 3 : 4,0 m  
Lantai 4 – 13 m : 3,3 m  
Zona Gempa : Padang  
Struktur Pondasi : Pondasi dalam

- 1. PRELIMINARY DESIGN**
- 2. PERANCANGAN STRUKTUR SEKUNDER**
  - 2.1 PERENCANAAN PLAT LANTAI
  - 2.2 PERENCANAAN BALOK SEKUNDER
  - 2.3 PERENCANAAN BALOK LIFT
  - 2.4 PERENCANAAN STRUKTUR TANGGA
- 3. PEMBEBANAN DAN ANALISA GEMPA**
- 4. PERANCANGAN STRUKTUR PRIMER**
  - 4.1 PERENCANAAN BALOK INDUK
  - 4.2 PERENCANAAN KOLOM
- 5. DESAIN BALOK PRATEGANG**
- 6. DESAIN PONDASI**

# OUTLINE

PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

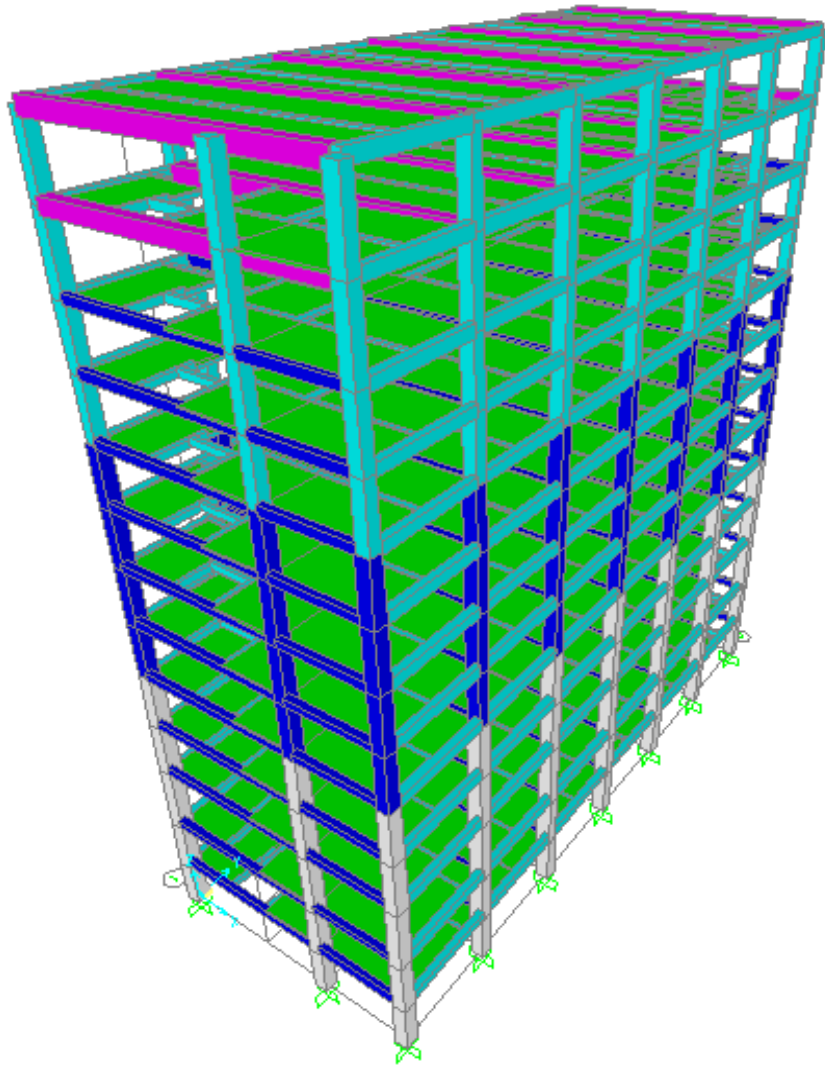
METODOLOGI

ANALISA HASIL

1. PRELIMINARY DESIGN
2. DESAIN STRUKTUR SEKUNDER
3. PEMBEBANAN DAN ANALISA GEMPA
4. DESAIN STRUKTUR PRIMER
5. DESAIN BALOK PRATEGANG
6. DESAIN PONDASI

KESIMPULAN

### 3. ANALISA PEMBEBANAN GEMPA



**Gambar Permodelan Struktur  
dengan program bantu SAP 2000**

Setelah dilakukan pemilihan kriteria desain, didapatkan data gedung yang telah dimodifikasi, yaitu :

- Tipe Bangunan : Gedung Hotel.
- Klasifikasi Situs : Tanah Sedang (SD).
- Kategori Desain Seismik : D
- Kategori Resiko Gempa : II
- Faktor Keutamaan Gedung,  $I_e$  : 1
- Koefisien Modifikasi Respon,  $R_a$  : 8
- Faktor Kuat Lebih Sistem,  $\Omega_0 g$  : 3,0
- Faktor Rembesan Defleksi,  $C_{db}$  : 5,5
- Sistem Struktur : Sistem SRPMK

### 3. ANALISA PEMBEBANAN GEMPA

#### 1. Kontrol Periode

Periode struktur fundamental (T) :

$$T_c < T = T_a \times C_u$$

Dimana :  $T_a$  = Periode Fundamental pendekatan

$C_u$  = Koefisien untuk batas atas

Mode	Tc (detik)	T (detik)
1	1.5921	1.6966
2	1.3444	1.6966
3	1.2969	1.6966
4	0.5316	1.6966
5	0.4541	1.6966
6	0.4391	1.6966
7	0.3054	1.6966
8	0.2690	1.6966
9	0.2520	1.6966
10	0.2046	1.6966
11	0.2040	1.6966
12	0.1936	1.6966

**Tc < T = 1,6966  
OK**

#### 2. Kontrol Akhir Base Reaction

Nilai akhir  $V_{dinamik}$  harus lebih besar sama dengan 85%  $V$  statik. Maka persyaratan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

##### Faktor Skala Gaya Gempa

	Fx	Fy	Faktor Skala	
			Fx	Fy
V dinamik	2310.176		<b>1.8845</b>	
0.85 V statik	4353.5158			
V dinamik		2714.187		<b>1.6040</b>
0.85 V statik		4353.5158		

##### Kontrol Akhir Berdasarkan Faktor Skala Gaya Gempa

	Fx	Fy
V dinamik	4353.623	
0.85 V statik	4353.5158	
V dinamik		4353.556
0.85 V statik		4353.5158

**V dinamik ≥ 0,85 V statik  
OK**

## 3. Kontrol Nilai Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726-2012 Ps. 7.9.1 bahwa analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sekurang-kurangnya 90 % respon total dari perhitungan respon dinamik.

### Rasio partisipasi massa

Mode	sum UX	sum UY
1	0.77	0.00
2	0.77	0.23
3	0.77	0.79
4	0.87	0.79
5	0.87	0.85
6	0.87	0.88
7	0.91	0.88
8	0.91	0.91
9	0.91	0.91

## 4. Kontrol Simpangan (Drift)

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I}$$


Dimana :

$\delta_x$  = Defleksi pada lantai ke-x

$C_d$  = Faktor pembesaran defleksi (5,0)

$I$  = Faktor keutamaan gempa

Lantai	h	$\delta_{xe}$	$\delta_x$	Drift ( $\Delta s$ )	Syarat ( $\Delta s$ )	Ket
	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	40.4	85.328	426.64	18.03	76	Oke
Lantai 12	36.6	81.722	408.61	25.45	66	Oke
Lantai 11	33.3	76.633	383.165	25.33	66	Oke
Lantai 10	30	71.568	357.84	28.98	66	Oke
Lantai 9	26.7	65.772	328.86	31.53	66	Oke
Lantai 8	23.4	59.467	297.335	34.60	66	Oke
Lantai 7	20.1	52.548	262.74	37.36	66	Oke
Lantai 6	16.8	45.077	225.385	39.86	66	Oke
Lantai 5	13.5	37.105	185.525	40.86	66	Oke
Lantai 4	10.2	28.934	144.67	42.76	80	Oke
Lantai 3	6.2	20.381	101.9065	53.40	64	Oke
Lantai 2	3	9.702	48.5085	33.61	60	Oke
Lantai 1	0	2.979	14.895	14.90	0	Oke

  
**Drift <  $\Delta s = 0,02hs_x$**   
**OK**

### 3.1 Perencanaan balok prategang

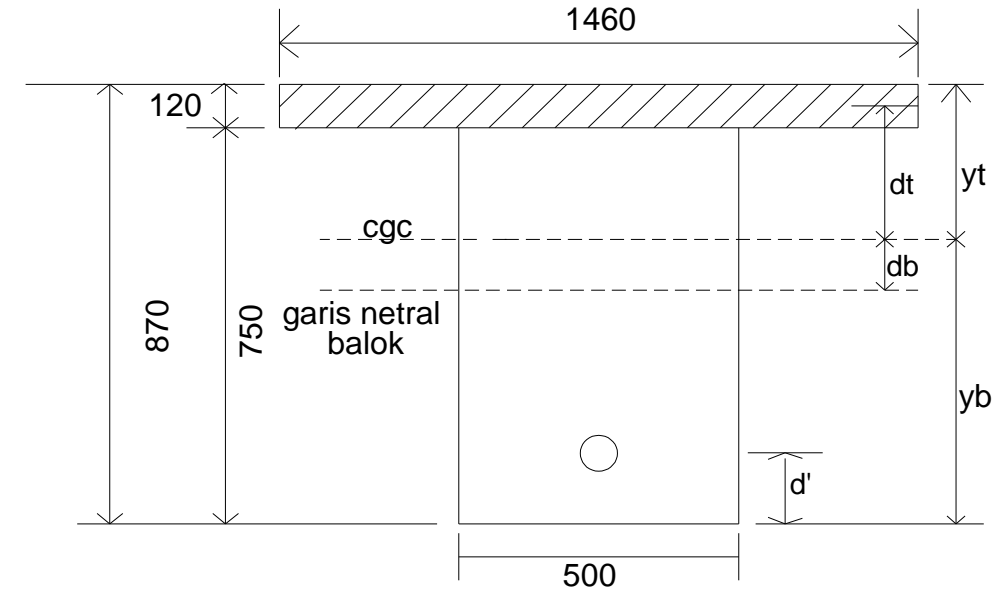
- Dimensi Balok : 50/75 mm
- Bentang Balok : 14,83 m
- Mutu Beton Patekan ( $f'c$ ) : 45 Mpa
- Mutu Beton Plat Lantai ( $f'c$ ) : 45 Mpa
- Mutu Beton Kolom Patekan ( $f'c$ ): 35 Mpa
- Mutu baja tul. Utama : 420 Mpa
- Mutu baja tul. Sengkang : 240 Mpa
- Tebal Plat Lantai : 12 cm
- Jarak Antar Balok Patekan : 6,2 m

Lebar Effektif Balok Patekan = 1460 mm  
Gaya Prategang Awal = 3100 Mpa

Garis Netral Penampang Balok Prategang :

- $y_t$  = 36 cm
- $y_b$  = 51 cm
- $d_t$  = 30 cm
- $d_b$  = 14 cm
- $e$  = 380 mm
- Cover = 130 mm

## 5. DESAIN BALOK PRATEGANG



## Kontrol Gaya Pratekan

### ✓ Kontrol Gaya Pratekan Pada Saat Transfer

Kontrol dengan nilai  $F_o = 3100 \text{ KN} = 3100\,000 \text{ N}$

- Pada Tengah Bentang :

$$f^t = \frac{F_o}{A} - \frac{F_o \times e}{W_t} + \frac{Mdt}{W_t}$$

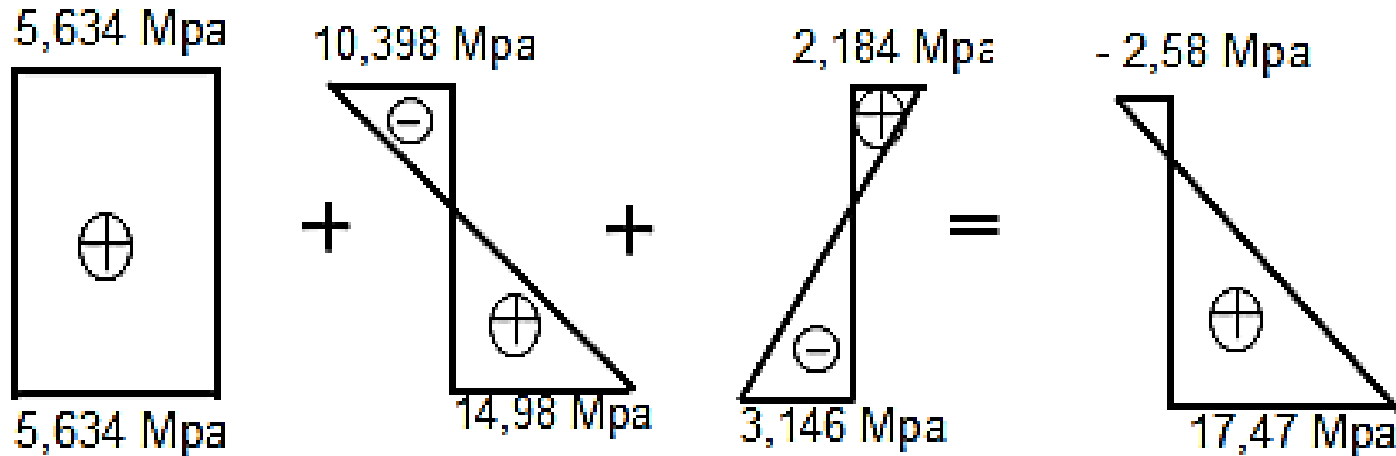
Serat Atas :

$$f^t = -2,58 \text{ Mpa} \leq f^t \text{ ijin} = 0,5 \times \sqrt{f_{ci}} = -3,15 \text{ Mpa (OK)}$$

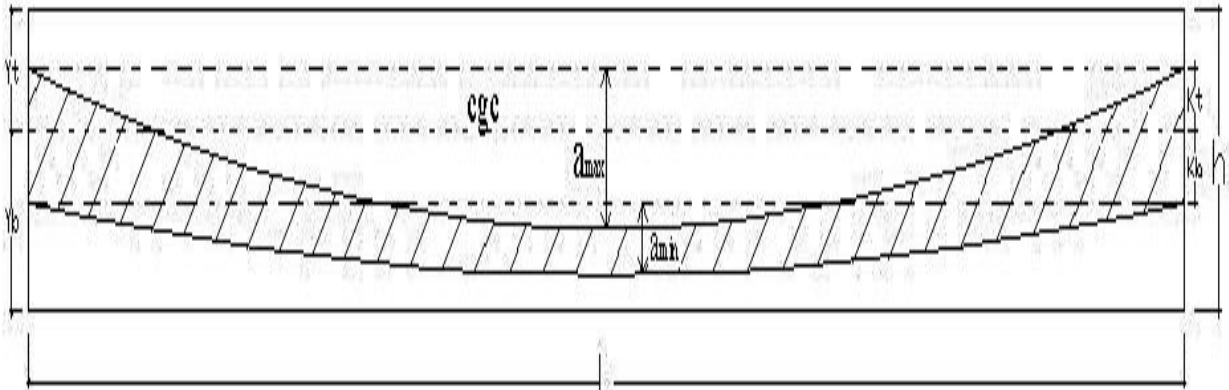
$$f^b = \frac{F_o}{A} + \frac{F_o \times e}{W_b} - \frac{Mdt}{W_b}$$

Serat Bawah :

$$f^b = 17,47 \text{ Mpa} \leq f^b \text{ ijin} = 0,6 \times f_{ci} = 23,76 \text{ Mpa (OK)}$$



## Daerah Limit Kabel



$$a_{\max} = \frac{M_T}{F_{\text{eff}}} = \frac{727,989}{2480} = 0,294 \text{ m} = 29,4 \text{ cm}$$

Syarat :

$$a_{\max} \leq (y_b + k_t - d') = (51 + 14,29 - 7,5) = 58,15 \text{ cm}$$

$$29,4 < 58,15 \dots\dots\dots \text{(OK)}$$

$$a_{\min} = \frac{M_T}{F_o} = \frac{727,989}{3100} = 0,235 \text{ m} = 23,5 \text{ cm}$$

- $a_{\max} - K_t < e_o \text{ lapangan} < K_b + a_{\min} - \text{selisih syarat}$
- $29,4 - 14,29 < e_o \text{ lapangan} < 20,59 + 23,5 - (0,22)$
- $15,06 \text{ cm} < 38 \text{ cm} < 43,85 \text{ cm}$
- $e_o \text{ tumpuan} < K_t = 14,29 \text{ cm}$
- $e_o \text{ lapangan} = 380 \text{ mm (terletak di bawah cgc)}$
- $e_o \text{ tumpuan} = 100 \text{ mm (atas cgc)}$

## 5. DESAIN BALOK PRATEGANG

### Penentuan Jumlah Strand

data strand kabel diambil dari tabel VSL sebagai berikut:  
 Menggunakan data dari tabel *prestressing strand – 7 wire, uncoated ASTM A416 untuk post tensioning*

- ✓ Nominal diameter : 0,6 in = 15,24 mm
- ✓ Luas nominal area kawat : 0,217 in<sup>2</sup> = 140 mm<sup>2</sup>
- ✓ Minimal breaking load : 58,6 kip = 260,6 kN



**Jumlah Strand :**

$$n = \frac{A_{ps}}{A_s} = \frac{2081,73}{140} = 14,87 = \mathbf{15 \text{ buah}}$$

Luas tendon yang digunakan :

$$A_{\text{pakai}} = 1/4 \pi d^2 n = 1/4 \pi 15,24^2 \times 15 = 2734,83 \text{ mm}^2$$



$$A_{\text{pakai}} > A_{\text{perlu}}$$

$$2734,83 \text{ mm}^2 > 2081,73 \text{ mm}^2$$

## OK



## 5. DESAIN BALOK PRATEGANG

### 3.2 KEHILANGAN GAYA PRATEGANG

#### A. Kehilangan Gaya Prategang Langsung

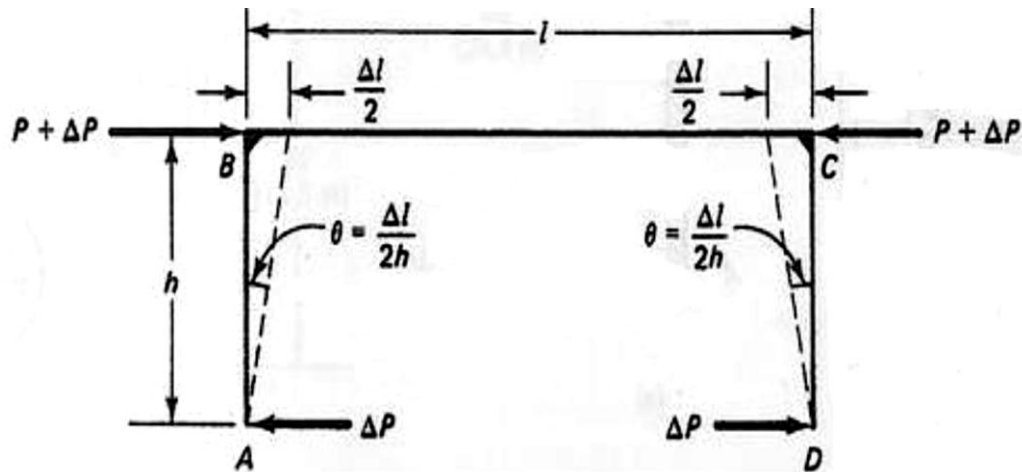
- Slip Angker
- Friction / Gesekan
- Perpendekan Elastis
- Kekangan kolom

#### B. Kehilangan Gaya Prategang Tak Langsung

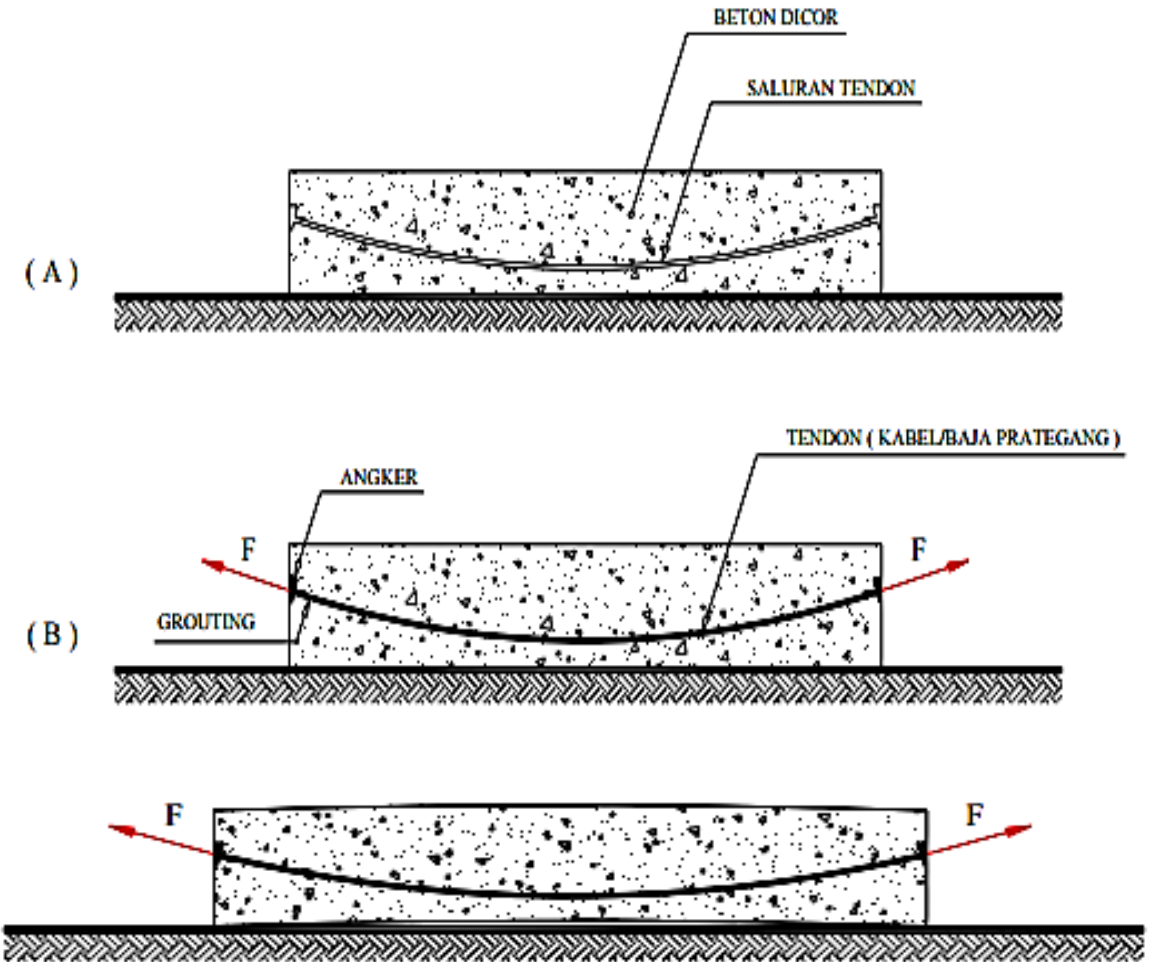
- Akibat Creep
- Akibat Sringkage
- Akibat Steel Relaxation

✓ Total Kehilangan Prategang = 23,427 %

$$F = \frac{100 - 23,427}{100} \times 3100 = 2373,77 \text{ KN}$$



Kehilangan Akibat Kekangan Kolom



## Kontrol Gaya Pratekan

### ✓ Kontrol Gaya Pratekan Pada Saat Service

## 5. DESAIN BALOK PRATEGANG

Kontrol dengan nilai  $F_0 = 2373,77 \text{ KN} = 2373 \text{ 765 N}$

▪ Pada Tengah Bentang :

$$f^t = \frac{F_0}{A} - \frac{F_0 \times e}{W_t} + \frac{M_{dt}}{W_t} + \frac{M_{st}}{W_t} + \frac{M_{lt}}{W_t}$$

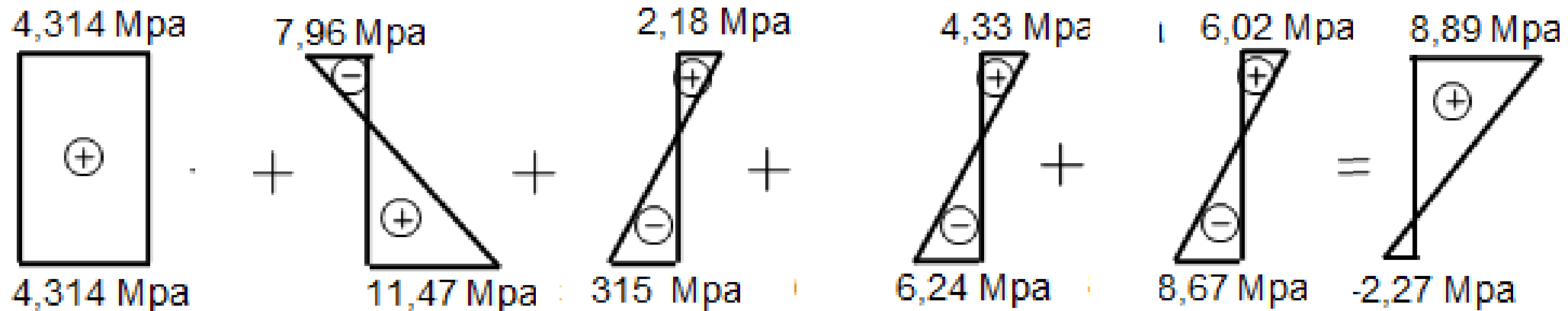
Serat Atas :

$$f^t = 8,89 \text{ Mpa} \leq f^t \text{ ijin} = 0,45 \times f^c = 20,25 \text{ Mpa (OK)}$$

$$f^b = \frac{F_0}{A} + \frac{F_0 \times e}{W_b} - \frac{M_{dt}}{W_b} - \frac{M_{st}}{W_b} - \frac{M_{lt}}{W_b}$$

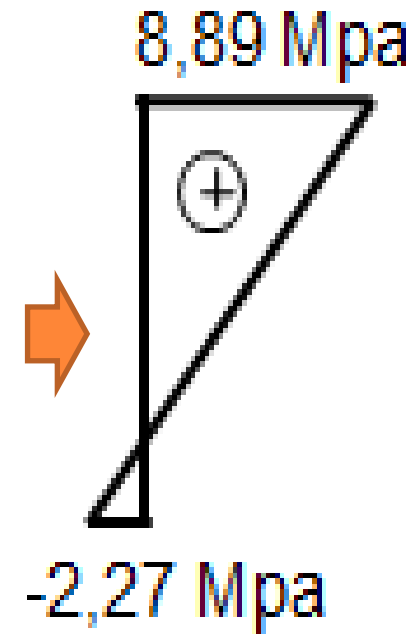
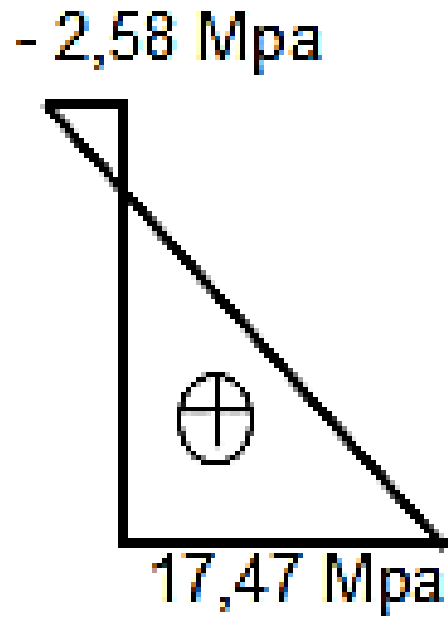
Serat Bawah :

$$f^b = -2,27 \text{ Mpa} \leq f^b \text{ ijin} = 0,5 \times \sqrt{f^c} = -3,35 \text{ Mpa (OK)}$$

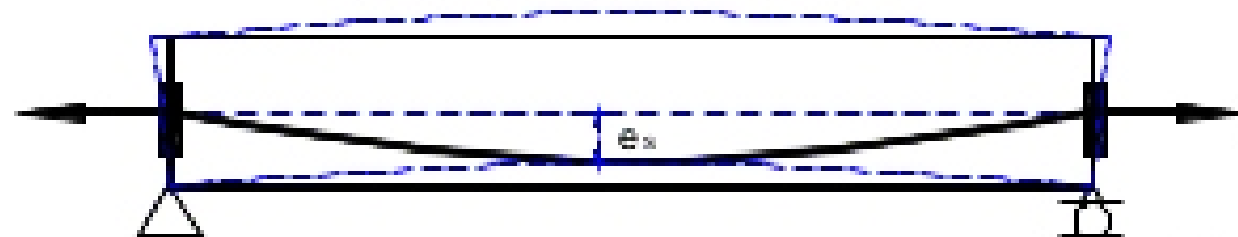


# 5. DESAIN BALOK PRATEGANG

Saat Transfer



Saat Service



## 1. Lendutan Awal Saat Jacking

- Lendutan Akibat Tekanan Tendon

$$\Delta l_{PO} = \frac{5}{384} \times \frac{P_o \times l^4}{E_c \times I} = 21,2 \text{ mm } (\uparrow)$$

- Lendutan Akibat Eksentrisitas Tepi Balok

$$\Delta l_{me} = \frac{F_o \times e \times l^2}{8E_c \times I} = \frac{3100000 \times 100 \times 14830^2}{8 \times 31528,56 \times 4,038 \times 10^{10}} = -6,69 \text{ mm } (\downarrow)$$

- Lendutan Akibat Berat Sendiri

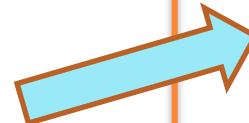
$$\Delta l_{qo} = \frac{5}{384} \times \frac{q_o \times l^4}{E_c \times I} = -4,45 \text{ mm } (\downarrow)$$

### Total Lendutan :

$$\Delta l_A = \Delta l_{PO} + \Delta l_{qo} + \Delta l_{me} = 10,057 \text{ mm } (\uparrow)$$

### Lendutan Ijin

$$\Delta_{ijin} = \frac{L}{480} = \frac{14830}{480} = 30,895 \text{ mm}$$



## 2. Lendutan Saat Beban Bekerja

- Lendutan Akibat Tekanan Tendon ( $F_{\text{efektif}}$ )

$$\Delta l_{PO} = \frac{5}{384} \times \frac{P_o \times l^4}{E_c \times I} = 11,71 \text{ mm } (\uparrow)$$

- Lendutan Akibat Eksentrisitas

$$\Delta l_{me} = \frac{F_{\text{eff}} \times e \times l^2}{8E_c \times I} = -5,35 \text{ mm } (\downarrow)$$

- Lendutan Akibat Beban Beban yang Bekerja

$$\Delta l_{qo} = \frac{5}{384} \times \frac{q_o \times l^4}{E_c \times I} = -12,28 \text{ mm } (\downarrow)$$

### Total Lendutan

$$\begin{aligned} \Delta l_A &= \Delta l_{PO} + \Delta l_{qo} + \Delta l_{me} \\ &= 11,71 - 5,35 - 12,28 = 5,92 \text{ mm } (\downarrow) < \text{Lendutan ijin} \\ &= 5,92 \text{ mm } < 30,895 \text{ mm } \dots\dots\dots \text{(OK, Memenuhi)} \end{aligned}$$

## 5. DESAIN BALOK PRATEGANG

### Hasil Penulangan Balok Pratekan

- ✓ Tulangan tumpuan = 5 D25 (*Atas*)  
3 D25 (*Bawah*)
- ✓ Tulangan lapangan = 4 D25 (*Bawah*)  
2 D25 (*Atas*)
- ✓ Tulangan geser = 2Ø12 - 150 mm (tump)  
= 2Ø12 - 300mm (lap)
- ✓ Tulangan Pengangkuran Ujung = Ø13 - 60 mm

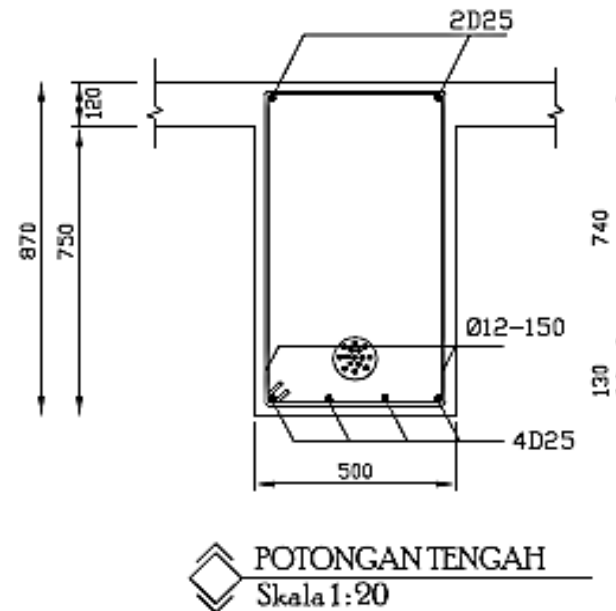
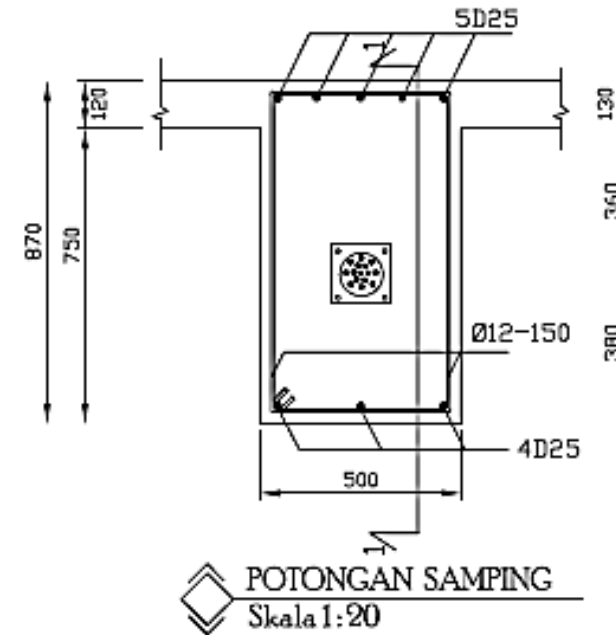
### 3.5 kontrol prestresing partial ratio

#### ✓ Daerah Tumpuan

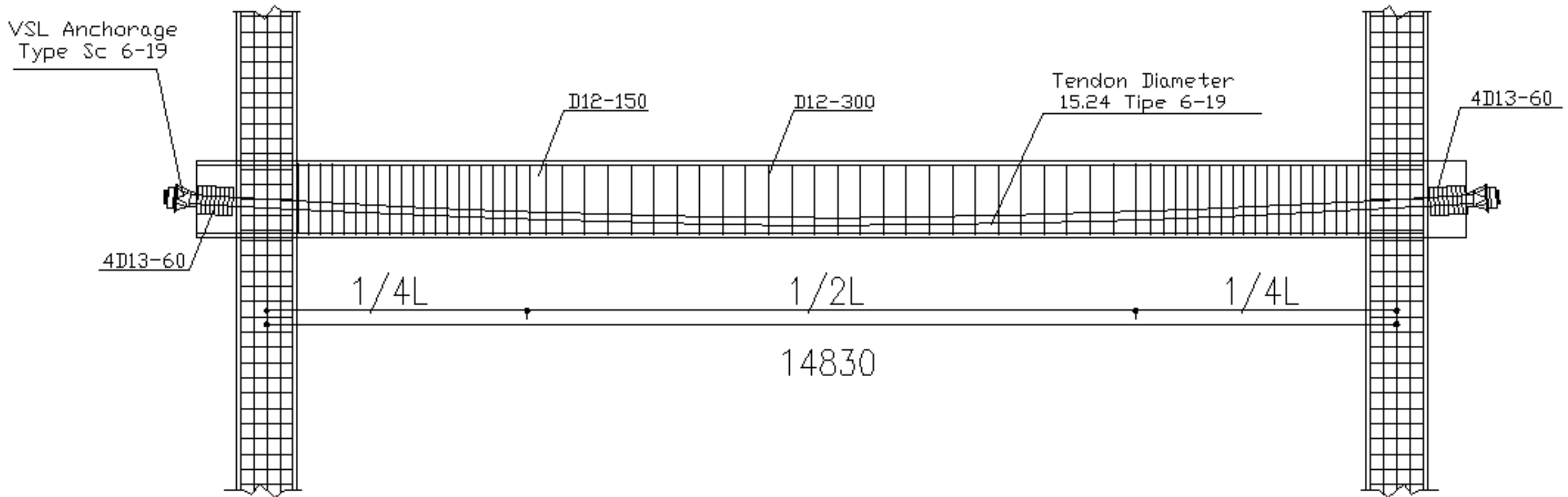
$$PPR = \frac{M_{np}}{M_n} = \frac{1253,386}{2063,86} = 0,597 = 61 \% < 70 \% \dots\dots\dots (\text{OK})$$

#### ✓ Daerah Lapangan

$$PPR = \frac{M_{np}}{M_n} = \frac{1531,89}{2180,07} = 0,69 = 69 \% \leq 70 \% \dots\dots\dots (\text{OK})$$



## GAMBAR POTONGAN MEMANJANG BALOK PRATEKAN

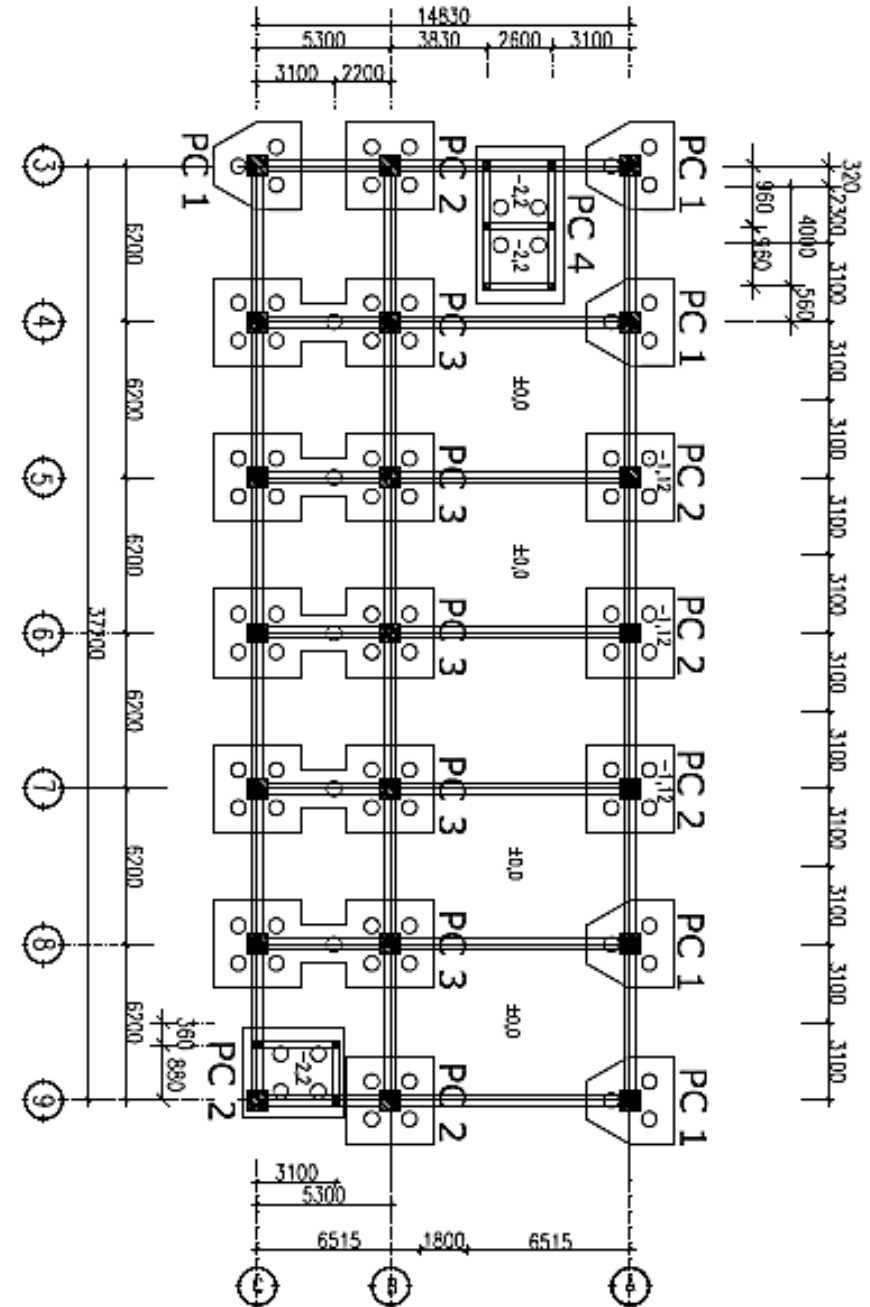




## 6. DESAIN PONDASI

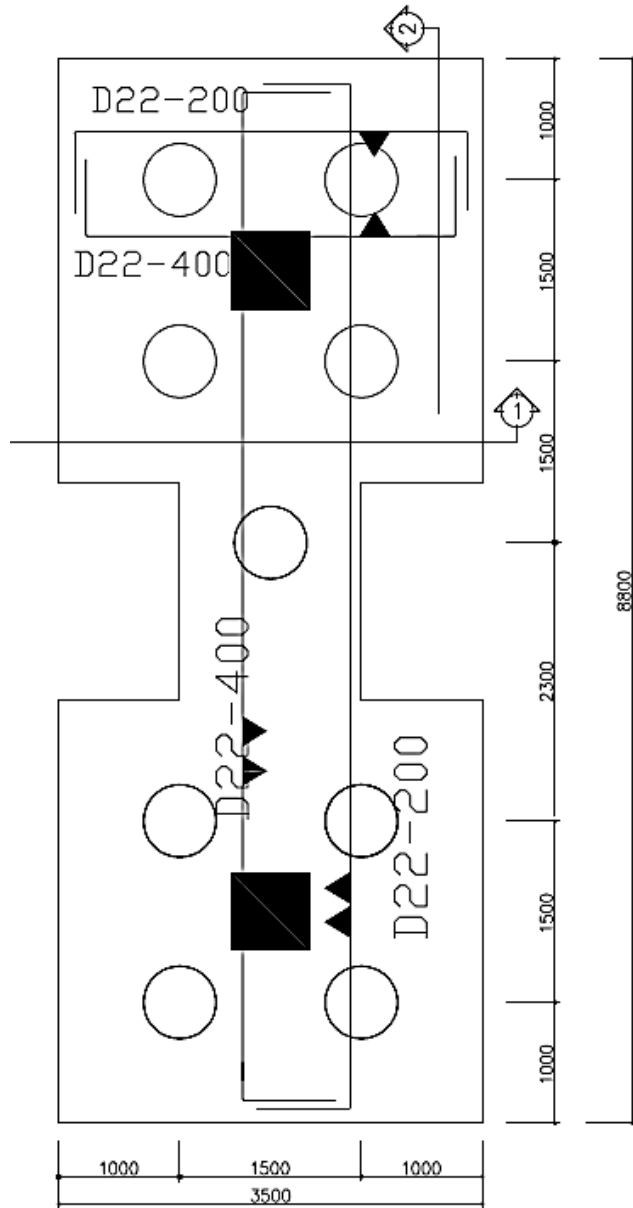
Pondasi yang digunakan pada Hotel Ibis Padang ini direncanakan memakai pondasi tiang pancang jenis *Prestressed Concrete Spun Piles* produk dari **PT.Wijaya Karya Beton**, dengan kedalaman tiang direncanakan **13,75 m**. Spesifikasi tiang pancang yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

Diameter	: 600 mm
Tebal	: 100 mm
Type	: A1
Allowable axial	: 252,7 Ton
Bending momen crack	: 17 ton m
Bending Momen ultimate	: 25,5 ton m

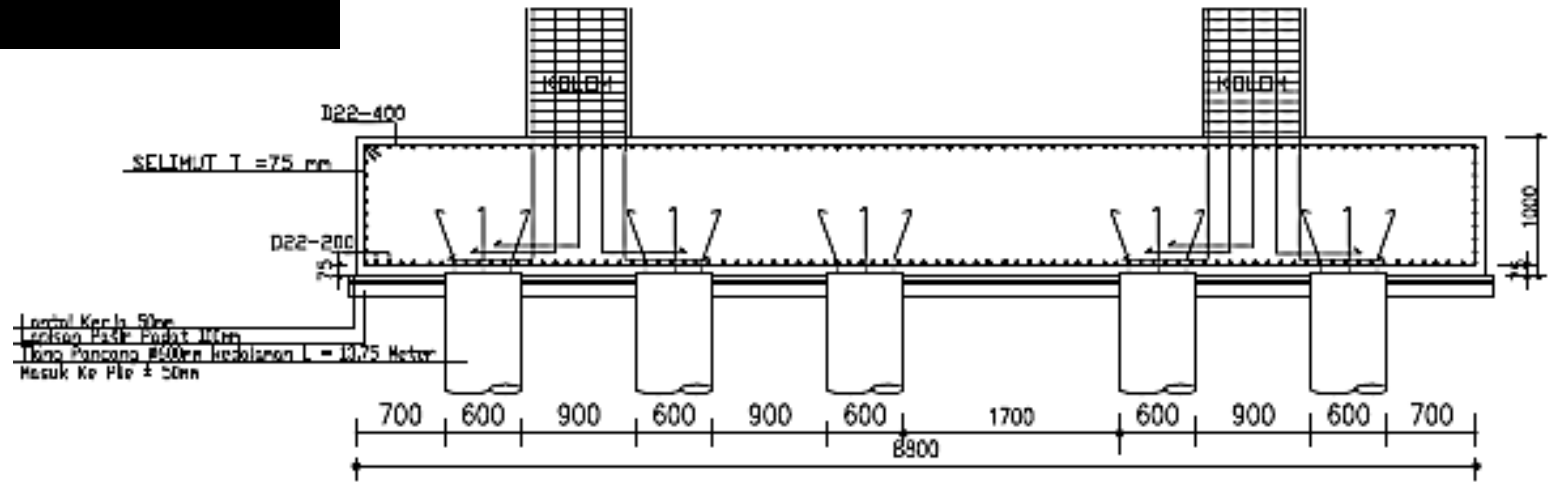




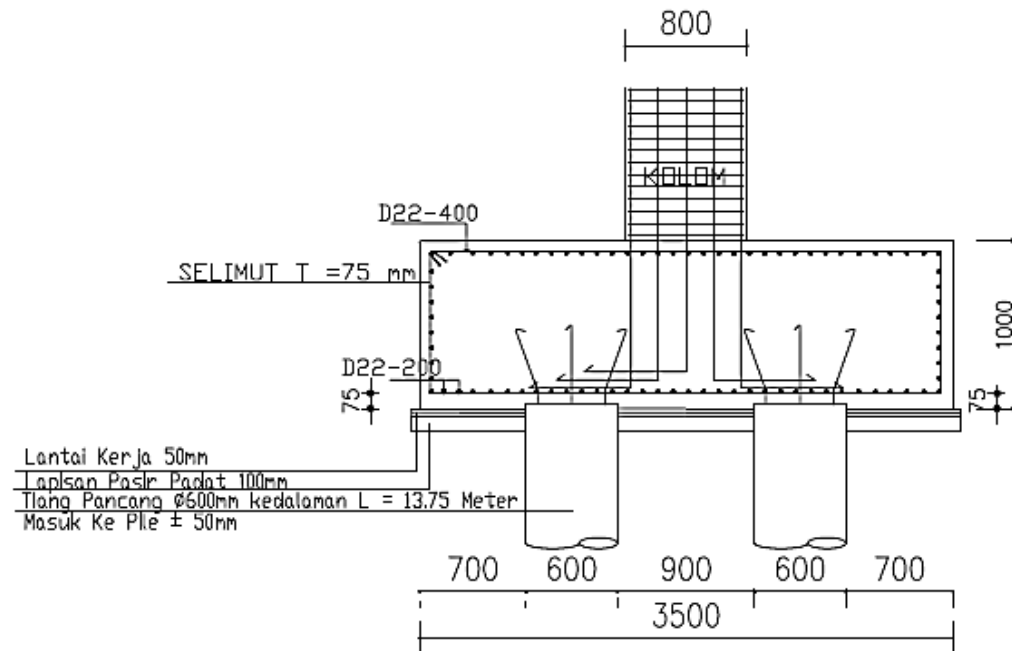
# 6. DESAIN PONDASI



Gambar : Detail Pilecap 3



Gambar : Potongan Memanjang



Gambar : Potongan Melintang

# OUTLINE

PENDAHULUAN

TINJAUAN PUSTAKA

METODOLOGI

ANALISA HASIL

1. PRELIMINARY DESIGN
2. DESAIN STRUKTUR SEKUNDER
3. PEMBEBANAN DAN ANALISA GEMPA
4. DESAIN STRUKTUR PRIMER
5. DESAIN BALOK PRATEGANG
6. DESAIN PONDASI

KESIMPULAN



## Kesimpulan

Dari perhitungan-perhitungan yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya didapatkan kesimpulan hasil analisa sebagai berikut :

1. Perancangan Gedung Ibis Padang pada zona gempa tinggi, memiliki dimensi- dimensi struktur baik struktur sekunder maupun struktur utama ialah sebagai berikut :

### **Struktur Sekunder :**

- Balok anak : 25/40 cm
- Balok lift : 30/45 cm
- Tebal pelat : 12 cm

### **Struktur Utama :**

- Balok induk : 40/70 cm dan 45/70
- Balok Prategang : 50/75 cm
- Kolom lantai 1-4 : 80/80 cm<sup>2</sup>
- Kolom lantai 5-8 : 75/75 cm<sup>2</sup>
- Kolom lantai 9-12 : 70/70 cm<sup>2</sup>
- Pile cap : 8,8 x 3,5 x 1 m
- Tiang pancang : D60, H = 13,75 m



## Kesimpulan

---

2. Kehilangan Prategang akibat kekangan kolom harus diperhitungkan untuk balok prategang yang dipasang dengan cara cor ditempat menyatu dengan kolom. Hal ini dikarenakan gaya jacking sebagian ditahan oleh kolom yang menyatu dengan balok prategang.
3. Adanya balok prategang menghasilkan momen tambahan pada kolom terutama kolom yang memikul balok tersebut dimana momen tambahan diakibatkan gaya jacking dan kehilangan prategang akibat kekangan kolom yang didistribusikan pada kolom.
4. Penggunaan beton prategang pada gedung bertingkat dengan sistem cor ditempat perlu diperhatikan kemampuan dalam menerima beban gempa yang terjadi pada struktur. Untuk membuat balok prategang dapat menerima beban gempa maka balok prategang didesain berperilaku daktail dengan memberikan tulangan biasa dengan perbandingan PPR sebesar 61 % dan 69 %



**SEKIAN dan**  
**TERIMA KASIH**