

# Desain Modifikasi Struktur Gedung Hotel Premier Inn Surabaya dengan Menggunakan Beton Prategang dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Firdausiah Ramadhani, I Gusti Putu Raka, dan Tavio

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail: raka@ce.its.ac.id*

**Abstrak**—Beton prategang merupakan teknologi beton struktural yang sering digunakan untuk mengakomodir kebutuhan ruang yang lebih luas tanpa adanya gangguan dari kolom. Balok beton prategang mengizinkan perancang untuk mendesain bentang yang lebih panjang dibandingkan dengan balok beton bertulang dengan bentang pendek. Gedung hotel Premier Inn Surabaya ini memiliki 18 lantai, dimana lantai 16 dan lantai atapnya dimodifikasi dengan balok beton prategang. Hal ini berdasarkan kebutuhan ruang yang luas sebagai ballroom tanpa adanya kolom pada lantai 15 dan 16 untuk memikul bentang bebas sepanjang 12,25 m. Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dikarenakan Kategori Desain Seismik (KDS) bangunan ini yaitu KDS-D. Pembebanan yang digunakan dalam desain mengacu PPIUG 1983 dan perhitungan gaya gempa dengan metode respon spektrum berdasarkan SNI 1726:2012 dan Peta Hazard Gempa Indonesia 2010. Sedangkan untuk desain struktur beton mengacu pada SNI 2847:2013. Hasil dari desain bangunan ini menunjukkan bahwa telah memenuhi semua persyaratan sehingga mampu untuk menahan beban gravitasi dan beban gempa di wilayah kota Surabaya.

**Kata Kunci**—Beton Prategang, Beton Bertulang, Gempa, Respon Spektrum, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.

## I. PENDAHULUAN

**B**ETON adalah material yang kuat dalam kondisi tekan, tetapi lemah dalam kondisi tarik (kuat tariknya bervariasi dari 8 sampai 14 persen dari kuat tekannya). Karena rendahnya kapasitas tarik tersebut, maka retak lentur terjadi pada taraf pembebanan yang masih rendah [1]. Pada struktur dengan bentang yang panjang, struktur beton bertulang biasa tidak cukup untuk menahan tegangan lentur sehingga terjadi keretakan di daerah yang mempunyai tegangan lentur, geser atau puntir yang tinggi. Keretakan ini memungkinkan masuknya pengaruh korosif yang akan merusak tulangan dan membahayakan struktur, dengan adanya kelemahan yang terjadi pada struktur beton bertulang tersebut, maka timbullah gagasan untuk menggunakan kombinasi bahan beton secara lain, yaitu dengan memberikan prategang pada beton melalui kabel baja (tendon) yang ditarik atau biasa disebut beton prategang.

Beton prategang merupakan teknologi konstruksi beton yang mengkombinasikan dua jenis bahan mutu tinggi yaitu beton dan baja, dengan cara menarik baja tersebut dan menahannya dalam beton sehingga membuat beton dalam keadaan tertekan. Kombinasi dari kedua bahan tersebut

menghasilkan perilaku yang lebih baik. Kemampuan beton menahan tarikan diperbaiki dengan memberikan tekanan, sementara kemampuannya menahan tekanan tidak dikurangi. Sehingga beton prategang mempunyai kombinasi yang ideal.

Pada Studi ini, perencananan struktur gedung Hotel Premier Inn di Jl. Biliton No. 24-26 Surabaya ini semula memiliki ketinggian bangunan 10 lantai. Kemudian dimodifikasi dengan ketinggian bangunan menjadi 17 lantai. Gedung hotel ini juga dimodifikasi menggunakan beton prategang pada lantai 16 dan lantai atap, dimana pada lantai 15 dan 16 terdapat ruangan tanpa adanya kolom ditengah bentang yang akan difungsikan sebagai *ballroom*.

Hotel Premier Inn Surabaya ini direncanakan menggunakan beban gempa respon spektrum sesuai dengan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012) dan dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Maka pada Studi ini direncanakan menggunakan SRPMK dimana sistem ini didesain untuk daerah zona gempa tinggi dengan pembebanan struktur sesuai peraturan SNI 2847-2013.

## II. METODE STUDI

Perencanaan struktur gedung tahan gempa di Indonesia sangat penting mengingat sebagian besar wilayahnya berada dalam area cincin api, yang memiliki intensitas gempa rendah hingga tinggi. Salah satu syarat penting struktur tahan gempa adalah daktilitas yang memadai. Sebuah struktur memiliki daktilitas yang baik bila elemen-elemen struktur penyusunnya juga memiliki daktilitas yang baik.

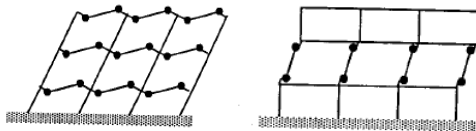
Didalam perencanaan suatu struktur harus selalu diperhatikan hal-hal sebagai berikut : 1). Dari segi kekuatan, struktur tersebut harus dapat diandalkan kekuatannya, 2). Dari segi estetika memenuhi syarat keindahan dan 3). Dari segi finansial struktur tersebut harus ekonomis. Apabila semua persyaratan diatas terpenuhi, maka dapat dikatakan bahwa struktur yang direncanakan memenuhi persyaratan teknis.

Konstruksi dengan beton bertulang merupakan jenis konstruksi yang paling banyak digunakan karena mudah dalam mendapatkan material dan pelaksanaannya. Beton bertulang efektif digunakan pada konstruksi dengan bentang balok yang tidak terlalu panjang. Sedangkan untuk konstruksi balok dengan bentang yang panjang digunakan beton prategang dengan dimensi yang relatif kecil.

Penggunaan beton bertulang tidak efisien karena ukuran balok menjadi sangat besar sehingga tidak sesuai dengan segi estetika dan arsitektural. Selain itu, beban sendiri dari beton bertulang menjadi dominan dan beban gempa juga akan meningkat. Salah satu solusi yang bisa digunakan yaitu dengan menggunakan sistem beton prategang [2].

A. Konsep Desain Kapasitas

Konsep desain kapasitas adalah mengatur bagian yang satu lebih kuat dari bagian yang lain, sehingga bentuk keruntuhan dapat ditentukan lebih dahulu. Berikut adalah contoh dua mekanisme keruntuhan yang dapat terjadi pada portal - portal rangka terbuka.

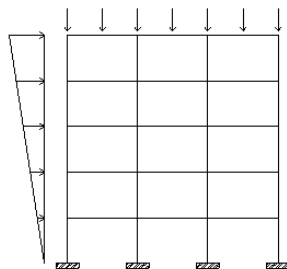


Gambar 1. Macam-macam mekanisme keruntuhan pada portal rangka terbuka.

Pada struktur gedung dengan sistem rangka pemikul momen khusus harus didesain memenuhi syarat “Strong Column Weak Beam”, yang artinya ketika menerima pengaruh gempa hanya boleh terjadi sendi plastis di ujung-ujung balok dan kaki kolom saja.

B. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

Menurut SNI 1726:2012 pasal 3.53 sistem rangka pemikul momen merupakan sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang yang berfungsi untuk memikul beban gravitasi secara lengkap. SRPM ini dibagi menjadi tiga jenis, yaitu : Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).



Gambar 2. Sistem Rangka Pemikul Momen.

Berdasarkan SNI 2847:2013, perencanaan pembangunan gedung bertingkat untuk daerah dengan resiko gempa tinggi menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Struktur beton bertulang yang berada pada wilayah gempa dan resiko gempa kuat (kerusakan merupakan resiko utama), maka komponen struktur harus memenuhi syarat perencanaan dan pendetailan dari SNI 2847:2013 pasal 21.5.

C. Sistem Beton Prategang

Beton prategang merupakan teknologi konstruksi beton yang mengkombinasikan antara beton berkekuatan tinggi dengan baja mutu tinggi dengan cara aktif. Beton prategang merupakan kombinasi yang ideal dari dua buah bahan modern yang berkekuatan tinggi [3].

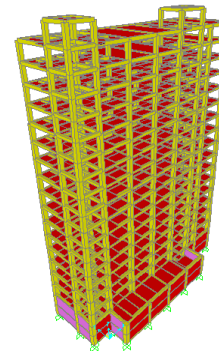
1. Beton Prategang metode Pratarik (Pratension)

Sistem pemberian gaya prategang pada beton pratekan dengan menarik baja prategang (tendon) terlebih dahulu sebelum dilakukannya pengecoran. Cara ini sering digunakan di laboratorium atau pabrik beton pracetak (*Precast Prestressed Concrete*) dimana terdapat lantai penahan tarikan yang tetap atau di lapangan dimana dinding penahan dapat dibuat secara ekonomis.

2. Beton Prategang metode Pascatarik (Post Tension)

Sistem pemberian gaya prategang pada beton yang metodenya dilakukan dengan cara menarik baja prategang (tendon) setelah balok dicor dan mencapai sebagian besar dari kuat betonnya.

III. KONTROL HASIL ANALISIS STRUKTUR



Gambar 3. Pemodelan Struktur dengan Program bantu SAP 2000

A. Kontrol Periode

Periode struktur fundamental,  $T$ , dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan dalam analisis yang teruji. Periode fundamental,  $T$ , tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung ( $C_u$ ) dan periode fundamental pendekatan,  $T_a$ .

Tabel 1.  
Nilai Periode Struktur (T) dari program SAP2000

TABLE: Modal Participating Mass Ratios			
OutputCase	StepType	StepNum	Period
Text	Text	Unitless	Sec
MODAL	Mode	1	2.227524
MODAL	Mode	2	1.946547
MODAL	Mode	3	1.879832
MODAL	Mode	4	0.721847
MODAL	Mode	5	0.644067
MODAL	Mode	6	0.620814
MODAL	Mode	7	0.399359
MODAL	Mode	8	0.366201
MODAL	Mode	9	0.347895
MODAL	Mode	10	0.266876
MODAL	Mode	11	0.247087
MODAL	Mode	12	0.192808
MODAL	Mode	13	0.189349
MODAL	Mode	14	0.168518
MODAL	Mode	15	0.144378
MODAL	Mode	16	0.124283
MODAL	Mode	17	0.098111
MODAL	Mode	18	0.077265
MODAL	Mode	19	0.04395
MODAL	Mode	20	0.037408

Pada perhitungan sebelumnya didapatkan perioda batasan atas sebesar  $C_u \times T_a = 2,81 \text{ detik}$ . Dari hasil analisis program SAP2000 didapat  $T_c = 2,228 \text{ detik}$ . Karena  $T_a < T_c < C_u \times T_a$  maka periode fundamental struktur yang digunakan adalah  $T = 2,228 \text{ detik}$ .

B. Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum

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

$$V_{dinamik} \geq 0,85 V_{statik}$$

Tabel 2.  
Faktor Skala Gempa

	$F_x (kg)$	$F_y (kg)$	Faktor Skala	
			$F_x$	$F_y$
V dinamik	320286.38		1.3	
0.85 V statik	398240.893			
V dinamik		302387.23	1.3	
0.85 V statik		398240.893		

Tabel 3.  
Kontrol Akhir Berdasarkan Faktor Skala Gaya Gempa

	$F_x (kg)$	$F_y (kg)$	Kontrol Akhir	
			$F_x$	$F_y$
V dinamik	436372.52		Oke	
0.85 V statik	398240.893			
V dinamik		420343	Oke	
0.85 V statik		398240.89		

C. 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 90 % dari respon total dari perhitungan respon dinamik.

Tabel 4.  
Rasio Partisipasi Massa

TABLE: Modal Participating Mass Ratios			
OutputCase	Period	SumUX	SumUY
Text	Sec	Unitless	Unitless
MODAL	2.227524	0.000007742	0.551
MODAL	1.946547	0.462	0.551
MODAL	1.879832	0.561	0.552
MODAL	0.721847	0.561	0.639
MODAL	0.644067	0.63	0.639
MODAL	0.620814	0.64	0.639
MODAL	0.399359	0.64	0.672
MODAL	0.366201	0.67	0.672
MODAL	0.347895	0.671	0.672
MODAL	0.266876	0.671	0.692
MODAL	0.247087	0.689	0.692
MODAL	0.192808	0.689	0.703
MODAL	0.189349	0.694	0.706
MODAL	0.168518	0.703	0.706
MODAL	0.144378	0.705	0.717
MODAL	0.124283	0.713	0.723
MODAL	0.098111	0.725	0.732
MODAL	0.077265	0.73	0.764
MODAL	0.04395	0.743	0.914
<b>MODAL</b>	<b>0.037408</b>	<b>0.915</b>	<b>0.924</b>

D. Kontrol Simpangan (Drift)

Berdasarkan SNI 1726:2012 kontrol *drift* dan syarat drift harus ditentukan berdasarkan perumusan 34 pada SNI 1726:2012 Pasal 7.8.6 yaitu sebagai berikut :

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I} \quad (\text{Rumus 3.1})$$

Dimana :

- $\delta_e$  = Defleksi pada lantai ke-x
- $C_d$  = Faktor pembesaran defleksi (5,5)
- $I$  = Faktor keutamaan gempa

IV. HASIL PERENCANAAN STRUKTUR

A. Data Perencanaan

Data bangunan yang akan digunakan dalam pengerjaan Studi yaitu :

- Tipe bangunan : Hotel
- Ketinggian lantai : 3,5 m
- Tinggi bangunan : 59,5 m
- Mutu beton (fc)  
Balok : 30 Mpa  
Kolom : 35 Mpa
- Mutu baja (fy) : 400 Mpa

Tabel 5.  
Kontrol Simpangan

Lantai	Elevasi	Tinggi Lantai	Simpangan	Simpangan Diperbesar	Simpangan Antar Lantai	Simpangan Ijin Antar Lantai	KE T.
I	(m) hi	(m) h <sub>ix</sub> hi-(hi-1)	(mm) $\delta_e$	(mm) $\delta$ $\delta_e \cdot C_d / I_e$	(mm) $\Delta$ $\delta_i - \delta_{i-1}$	(mm) $\Delta_a$ $0,02 \cdot h_{sx}$	
Lantai BS 2	-6	0	0.000	0.000	0.000	0	OK
Lantai BS 1	-3	3	0.029	0.160	0.160	60	OK
Lantai Dasar	0	3	0.117	0.644	0.484	60	OK
Lantai 2	3.5	3.5	2.108	11.594	10.951	70	OK
Lantai 3	7	3.5	5.621	30.916	19.322	70	OK
Lantai 4	10.5	3.5	9.987	54.929	24.013	70	OK
Lantai 5	14	3.5	14.660	80.630	25.702	70	OK
Lantai 6	17.5	3.5	19.343	106.387	25.757	70	OK
Lantai 7	21	3.5	23.899	131.445	25.058	70	OK
Lantai 8	24.5	3.5	28.269	155.480	24.035	70	OK
Lantai 9	28	3.5	32.549	179.020	23.540	70	OK
Lantai 10	31.5	3.5	36.522	200.871	21.852	70	OK
Lantai 11	35	3.5	40.175	220.963	20.092	70	OK
Lantai 12	38.5	3.5	43.491	239.201	18.238	70	OK
Lantai 13	42	3.5	46.463	255.547	16.346	70	OK
Lantai 14	45.5	3.5	49.181	270.496	14.949	70	OK
Lantai 15	49	3.5	51.416	282.788	12.293	70	OK
Lantai 16	52.5	3.5	53.245	292.848	10.060	70	OK
Lantai 17	56	3.5	54.651	300.581	7.733	70	OK
Lantai 18	59.5	3.5	54.446	299.453	1.128	70	OK

B. Preliminary Design

1. Balok

Hasil dari Preliminary Design struktur balok dapat dilihat pada table 6.

Tabel 6.  
Dimensi Balok

Tipe Balok	Dimensi (cm)		
	Bentang (m)	b	h
B1 (Primer)	7	45	60
B2 (Primer)	7,55	45	60
BA1 (Sekunder)	7,55	30	40
BP1 (Prategang)	12,25	45	65

2. Balok Prategang

Balok Prategang yang direncanakan memiliki L= 12,25 m, sehingga diperoleh perencanaan 45/65 untuk balok prategang

3. Plat

- Lantai dan atap : 12 cm
- Basement : 25 cm

4. Tangga

Syarat Perencanaan :

- $60 \leq 2.t + i \leq 65$
- Lebar injakan (i) diambil : 25 cm
- Tinggi injakan (t) diambil : 18 cm
- $60 \leq 2.18 + 27 \leq 65$
- $61 \leq 63 \leq 65$  (OKE)
- Mutu Beton ( $f'c$ ) : 30 Mpa
- Mutu Baja ( $f_y$ ) : 400 Mpa
- Panjang Bordes : 274 cm
- Lebar Bordes : 100 cm
- Lebar Tangga : 137 cm
- Tebal Pelat miring : 15 cm
- Tebal Pelat Bordes : 15 cm
- Tebal Selimut Beton : 20 cm
- Tinggi injakan (t) : 18 cm
- Lebar Injakan (i) : 27 cm
- Jumlah tanjakan (n)  $\frac{\text{tinggi lantai}}{t} = 10$  buah
- Jumlah injakan (n-1) : 9
- Kemiringan tangga ( $\alpha$ ) :  $\text{arc tg} ( 18/27 ) = 34^\circ$
- Syarat sudut kemiringan
- $25^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$
- $25 \leq 34 \leq 40 \rightarrow$  Memenuhi

5. Balok Lift

Balok Penumpu lift

- Tipe lift : Passenger Elevators
- Merek : Hyundai
- Kapasitas : 15 Orang / 1000 kg
- Lebar pintu (opening width) : 900 mm
- Dimensi ruang luncur (hoistway inside) 2 Car :  $4200 \times 2100 \text{ mm}^2$
- Dimensi sangkar (Car size)
- Internal :  $1600 \times 1500 \text{ mm}^2$
- Eksternal :  $1660 \times 1665 \text{ mm}^2$
- Ruang mesin(2 Car):  $4400 \times 3850 \text{ mm}^2$
- Beban reaksi ruang mesin:
- $R_1$  : 5450 kg
- $R_2$  : 4350 kg
- Penumpu Balok 30/40 cm

6. Kolom

Tabel 7. Dimensi Kolom

Tipe Kolom	Dimensi	
	b cm	h cm
K4 (Lt. 13 - 17)	70	70
K3 (Lt. 8 - 12)	80	80
K2 (Lt. 3 - 7)	90	90
K1 (Lt. Basement - 2)	100	100

C. Perencanaan Struktur Sekunder

1. Penulangan Pelat Lantai

- $F_c = 30 \text{ Mpa}$
- $F_y = 400 \text{ Mpa}$
- Digunakan tulangan lentur arah X D10-200
- Dibunakan tulangan lentur arah Y D10-200

2. Desain Balok Anak

- Data Perencanaan :
- $F_c = 30 \text{ Mpa}$
- $F_y = 400 \text{ Mpa}$
- Digunakan tulangan lentur tumpuan 3D16
- Digunakan tulangan geser tumpuan 2D10-150
- Digunakan tulangan lentur lapangan 3D16
- Digunakan tulangan geser lapangan 2D10-170

3. Desain Tangga

a. Penulangan pelat tangga

- $F_c = 30 \text{ Mpa}$
- $F_y = 400 \text{ Mpa}$
- Digunakan tulangan lentur arah X D13-150
- Dibunakan tulangan lentur arah Y D13-150

b. Penulangan pelat bordes

- $F_c = 30 \text{ Mpa}$
- $F_y = 400 \text{ Mpa}$
- Digunakan tulangan lentur arah X D13-200
- Dibunakan tulangan lentur arah Y D13-200

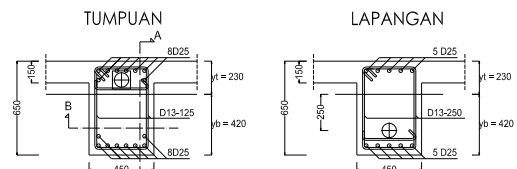
4. Desain Balok Lift

- Data Perencanaan :
- $F_c = 30 \text{ Mpa}$
- $F_y = 400 \text{ Mpa}$
- Digunakan tulangan lentur tumpuan 5D19
- Digunakan tulangan geser tumpuan 2D13-125
- Digunakan tulangan lentur lapangan 3D19
- Digunakan tulangan geser lapangan 2D13-150

D. Perencanaan Struktur Balok Prategang

- Dimensi Balok : 45/65 mm
- Bentang Balok : 12250 mm
- Mutu Beton ( $f'c$ ) : 50 Mpa
- Mutu Tendon
- Menggunakan data dari tabel prestressing strand – 7 wire, uncoated ASTM A416 untuk post tensioning
- Nominal diameter : 12,7 mm
- Luas nominal area kawat :  $100,1 \text{ mm}^2$
- Minimal breaking load : 184 kN

Detail penulangan Balok Prategang:



Gambar 4.1 Rencana penulangan balok prategang

$$PPR = \frac{M_{np}}{M_n} = \frac{1670,42}{2218,47} = 75,3 \% \leq 80 \% \text{ (OK)}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 2218,47 > 1,2 M_{cr}$$

$$1996,62 \text{ kNm} > 1181,67 \text{ kNm (OK)}$$

Kehilangan ptringang :

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan kehilangan tegangan

Level tegangan pada berbagai tahap	Tegangan baja, MPa	Persen
Sesudah penarikan ( $0,7 f_{pu}$ )	1286.71	100
Kehilangan akibat perpendekan elastis	0	0.00
Kehilangan akibat anker	0	0.00
Kehilangan akibat wobble effect	55.45	4.31
Kehilangan akibat kekangan kolom	110.43	8.58
Kehilangan akibat rangkai	92.51	7.19
Kehilangan akibat susut	21.31	1.66
Kehilangan akibat relaksasi baja	24.248	1.88
Pertambahan karena topping	31.97	2.48
Tegangan netto akhir $f_{pe}$	1014.732	78.86
Persentase kehilangan total =	100-78.86 = 21.14%	

Kontrol Lentutan :

$$\text{Lentutan ijin} : \Delta_{ijin} = \frac{L}{480} = \frac{12250}{480} = 25,5 \text{ mm}$$

Lentutan total :

$$\Delta l_A = \Delta l_{PO} + \Delta l_{qO} + \Delta l_{me}$$

$$= -15,81 + 11,6 + 7,59 = 3,38 \text{ mm} (\downarrow) < 25,5 \text{ mm}$$

$$= 3,38 \text{ mm} < 25,5 \text{ mm} \dots\dots\dots(\text{Oke})$$

Keterangan :

$\Delta l_{PO}$  = Lentutan Akibat Tekanan Tendon

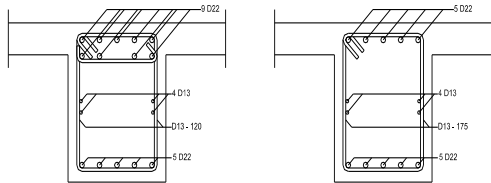
$\Delta l_{qO}$  = Lentutan Akibat Beban kerja

$\Delta l_{me}$  = Lentutan Akibat Eksentrisitas

**E. Perencanaan Struktur Primer**

**1. Perencanaan balok induk B2**

- Dimensi Balok : 45/60 mm
- Bentang Balok : 7550 mm
- Selimut Beton : 40 mm
- Dia. Tul. Utama (D) : 22 mm
- Dia. Tul. Sengkang (D) : 13 mm

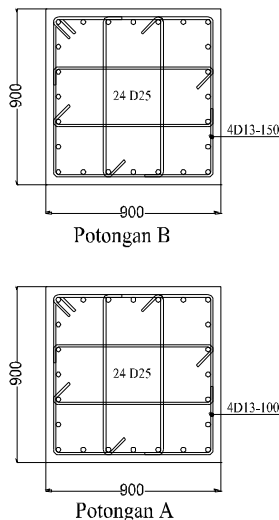


Gambar 4.2 Rencana Penulangan Balok Induk (B2)

**2. Perencanaan kolom K1**

- Tinggi kolom : 3,5 m
- Dimensi kolom : 900 x 900 mm
- Tul. Memanjang (D) : 24 D25 mm
- Tul. Sengkang (D) : 4 D13-150 mm

Detail penulangan kolom



Gambar 4.3 Rencana Penulangan Kolom Tipe K1

**F. Perencanaan Struktur Bawah**

**1. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Bahan**

- Diameter tiang : 600 mm
- Klasifikasi : A1
- Modulus Section : 17255,62 cm<sup>3</sup>
- Allowable axial load : 252,7 ton
- Bending Momen Crack : 17 tm
- Bending momen ultimate : 25,5 tm

**2. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Tanah**

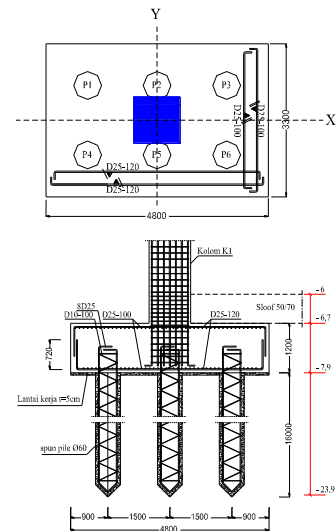
Perhitungan daya dukung tiang pancang ini dilakukan berdasarkan hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT) dengan kedalaman 21 m menggunakan metode Mayerhoff :

$$P_{ijin\ 1\ tiang} = \frac{Q_u}{SF} = \frac{693,01}{3} = 231\ ton$$

Daya dukung tanah yang menentukan yaitu 231 ton

**3. Perencanaan Pondasi Tipe PC1**

Direncanakan pondasi tiang dengan 6 tiang pancang. Jarak dari as ke as tiang adalah 1,5 meter dan tebal pile cap 1,2 m. Berikut hasil perencanaan pondasi:



Gambar 4.4 Penulangan Tiang Pancang Tipe PC 1

**V. PENUTUP**

Dari perhitungan-perhitungan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya didapatkan kesimpulan sesuai tujuan penulisan Studi “Desain Modifikasi Struktur Gedung Hotel Premier Inn Surabaya dengan Menggunakan Beton Prategang dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus” dengan gambar teknis pada lampiran dan hasil analisa sebagai berikut :

**1. Perencanaan Gedung Hotel Premier Inn Surabaya pada zona gempa tinggi, memiliki dimensi – dimensi struktur baik struktur sekunder maupun struktur primer sebagai berikut :**

Struktur Sekunder :

- Balok anak : 30/40 cm
- Balok lift : 30/40 cm
- Tebal plat : 12 cm

Struktur Utama :

- Balok Prategang : 45/65 cm
- Balok Induk : 45/60 cm
- Kolom K1 : 100/100 cm
- Kolom K2 : 90/90 cm
- Kolom K3 : 80/80 cm
- Kolom K4 : 70/70 cm
- Tiang pancang : D-60, H = 16 m

**2. Dari hasil analisis beban gempa, struktur gedung termasuk ke dalam kategori desain seismik D dengan demikian konfigurasi yang diterapkan adalah SRPMK. Berdasarkan program analisis struktur didapatkan kontrol waktu getar alami (T) sebesar 2,228 detik < Cu.Ta = 2,81 detik, kontrol partisipasi massa memenuhi syarat yaitu pada mode 20, kontrol nilai akhir respon spektrum (V) dinamik arah x dan y sebesar 468518,698 kg, dan memenuhi kontrol drift (simpangan) yaitu tidak boleh melebihi 60 mm.**

**3. Balok prategang direncanakan dengan sistem pascatarik dengan satu buah tendon yang didongkrak secara simultan sekaligus sehingga kehilangan tegangan akibat perpendekan elastis tidak terjadi. Berdasarkan**

perhitungan, kehilangan tegangan secara langsung dan tidak langsung yang terjadi pada balok prategang yaitu sebesar 21,14 %

4. Kehilangan prategang akibat kekangan kolom harus diperhitungkan untuk balok prategang yang dipasang dengan cara cor ditempat menyatu dengan kolom. Hal ini dikarenakan gaya jacking ditahan sebagian oleh kolom dan akan menghasilkan momen tambahan pada kolom sebesar kehilangan tegangan pada balok prategang.
5. Penggunaan beton prategang pada gedung bertingkat 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 baja lunak dengan perbandingan PPR sebesar 75,3%. Baja lunak ditujukan untuk mendisipasikan energi gempa dengan cara meleleh. Baja prategang memberikan ketahanan geser dari friksi yang ditimbulkan gaya prategang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. G. Nawy, *Prestressed Concrete : A Fundamental Approach*, Terjemahan. Jakarta: Erlangga, 1996.
- [2] I. G. P. Raka, Tavio, and M. D. Astawa., "State-of-the-Art Report on Partially-Prestressed Concrete Earthquake- Resistant Building Structures for Highly-Seismic Region," in *Procedia Engineering*, 2014, pp. 43–53.
- [3] T. Y. Lin and N. H. Burn, *Desain Struktur Beton Prategang Edisi Ketiga Jilid 1*, Terjemahan. Jakarta: Binarupa Aksara, 2000.