

# DESAIN MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG BUPATI LOMBOK TIMUR MENGUNAKAN BALOK PRATEGANG MONOLIT

Fedyia Diajeng Aryani, Tavio, Candra Irawan

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
(ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: [tavio\\_w@yahoo.com](mailto:tavio_w@yahoo.com) [candra.irawan.its@gmail.com](mailto:candra.irawan.its@gmail.com)

*Abstrak - Gedung Bupati Lombok Timur merupakan gedung yang terdiri dari 10 lantai dengan ketinggian  $\pm 465$  m. Gedung tersebut awalnya direncanakan dengan material beton bertulang biasa pada keseluruhan lantai, dimana pada lantai 7 hingga lantai 10 terdapat ruangan dengan bentang balok 25 meter. Penggunaan bahan dan material beton bertulang pada perencanaan gedung tersebut dinilai tidak efektif, sehingga pada gedung ini dilakukan modifikasi dengan menggunakan balok prategang.*

*Tugas Akhir ini membahas tentang perencanaan dengan menggunakan beton prategang. Perencanaan yang dilakukan pada Gedung Bupati Lombok Timur meliputi perencanaan struktur sekunder, struktur utama prategang maupun non-prategang, perhitungan pondasi, serta metode pelaksanaan balok prategang yang dibuat monolit dengan kolom. Selain itu, karena balok prategang memiliki daktilitas yang rendah dalam perencanaan, gedung tersebut membutuhkan pertimbangan seperti penggunaan prategang parsial untuk meningkatkan daktilitas dari balok tersebut.*

*Dalam pelaksanaannya, metode balok prategang yang digunakan adalah post tension (pasca tarik), yaitu dilakukan pengecoran balok terlebih dahulu. Kemudian, setelah beton mengeras, tendon diberikan gaya tarik.*

*Modifikasi Perencanaan gedung ini dilakukan berdasarkan peraturan yang terbaru yaitu, SNI 2847:2013 tentang perhitungan beton untuk bangunan gedung, SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung, SNI 03-1727-2012 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lainnya, PPIUG 1983 tentang peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung, serta peraturann mengenai beton prategang yang memenuhi syarat tahan gempa.*

**Kata Kunci:** Gedung Bupati Lombok Timur, Beton Prategang, Monolit

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Gedung ini awalnya terdiri dari 6 lantai dan akan dimodifikasi menjadi 10 lantai, dimana pada lantai 6 hingga lantai 10 difungsikan sebagai ruang kantor tanpa pembatas sekaligus ruang pertemuan. Pada ruang pertemuan tersebut terdapat kolom yang mengganggu estetika dan tidak memaksimalkan fungsi dari ruangan tersebut. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan fungsi dari ruang pertemuan tersebut, perlu dilakukan perencanaan ulang dimana modifikasi struktur

dilakukan pada lantai 7 hingga atap, sehingga pada ruang kantor tersebut tidak terdapat kolom.

Setelah diaplikasikannya modifikasi tersebut, jarak antar kolom pada ruangan tersebut menjadi cukup panjang, yang semula memiliki jarak 10 m menjadi 25 m. Selain itu, untuk tetap menjaga estetika bangunan, struktur balok pada lantai 7 hingga atap harus memiliki dimensi yang relatif kecil dan kuat terhadap tarik. Sehingga struktur balok yang digunakan dalam modifikasi gedung ini adalah balok prategang.

Selain mempunyai kekuatan yang tinggi, beton prategang juga mempunyai struktur yang ramping, sehingga diperoleh ruang bebas yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan dan fungsinya. Komponen struktur beton prategang berkisar antara 65 sampai 80 persen dari tinggi komponen struktur beton bertulang. Dengan demikian, komponen struktur prategang membutuhkan lebih sedikit beton, dan sekitar 20 sampai 35 persen banyaknya tulangan. (Edward G. Nawy, 2001).

Dalam modifikasi struktur ini, perencanaan ulang dilakukan dengan panduan perencanaan menggunakan peraturan yang terbaru yaitu SNI 2847:2013 tentang perhitungan beton untuk bangunan gedung, SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan PPIUG 1983 tentang peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung, serta peraturan mengenai beton prategang yang memenuhi syarat tahan gempa.

### B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang ditinjau pada perencanaan Gedung Bupati Lombok Timur adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan preliminary desain struktur yang akan digunakan?
2. Bagaimana menganalisa struktur sekunder?
3. Bagaimana mengasumsikan dan menghitung pembebanan berdasarkan peraturan yang ada?
4. Bagaimana menganalisa struktur utama?
5. Bagaimana metode pelaksanaan dari hasil perencanaan balok prategang?
6. Bagaimana merencanakan pondasi yang sesuai dengan besar beban yang dipikul dan kondisi tanah dilapangan?

7. Bagaimana menuangkan hasil perencanaan dan perhitungan struktur gedung Bupati Lombok Timur yang telah dimodifikasi ke dalam gambar teknik?

### C. Tujuan

Tujuan dari modifikasi gedung Bupati Lombok Timur, yaitu :

1. Menentukan preliminary desain struktur yang akan digunakan
2. Menganalisa struktur sekunder
3. Mengasumsikan dan menghitung pembebanan berdasarkan peraturan yang ada
4. Menganalisa struktur utama
5. Membuat Metode pelaksanaan balok prategang dari hasil perencanaan
6. Merencanakan pondasi yang sesuai dengan besar beban yang dipikul dan kondisi tanah
7. Menuangkan hasil perencanaan dan perhitungan struktur gedung Bupati Lombok Timur yang telah dimodifikasi ke dalam gambar teknik

### D. Batasan Masalah

Batasan masalah yang ada dalam modifikasi perencanaan gedung Bupati Lombok Timur, yaitu :

1. Tidak meninjau dari segi analisis anggaran biaya dan manajemen konstruksi
2. Hanya meninjau gedung bagian tengah
3. Hanya meninjau metode pelaksanaan balok prategang

## II. METODOLOGI



## III. URAIAN PERENCANAAN

Adapun urutan dari perencanaan Gedung Bupati Lombok Timur adalah sebagai berikut:

### A. Pendahuluan

- Mempelajari tentang latar belakang, tujuan dan lingkup

rencana

### B. Pengumpulan Data

- Data eksisting gedung
- Data tanah

### C. Studi Literatur

Mempelajari dasar teori dari referensi yang ada serta mempelajari peraturan-peraturan yang digunakan.

### D. Preliminary Design

- Desain awal struktur Sekunder
- Desai awal struktur utama prategang.
- Desai awal struktur utama non prategang

### E. Perencanaan Struktur Sekunder

- Perencanaan Tangga
- Perencanaan Pelat
- Perencanaan Balok Anak
- Perencanaan Balok Lift

### F. Pembebanan

- Pemberian beban pada struktur
- Kontrol terhadap terhadap persyaratan gempa sesuai peraturan

### G. Analisa Struktur Utama prategang

- Desain penampang
- Menentukan gaya prategang
- Pemilihan tendon
- Kehilangan prategang
- Kontrol terhadap persyaratan beton prategang sesuai peraturan
- Pengangkuran

### H. Perhitungan struktur Utama Non Prategang

- Penulangan balok utama dan kolom
- Kontrol hubungan balok kolm

### I. Perencanaan Pondasi

- Perencanaan pondasi yang digunakan
- Perencanaan Sloof

### J. Gambar

Hasil perhitungan dituangkan dalam gambar teknik

### K. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan seluruh perencanaan ditarik kesimpulan dari hasil tersebut.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Data Perencanaan

Data bangunan yang akan digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir yaitu :

Tipe Bangunan : Gedung Perkantoran  
 Lokasi : jl. Prof. M. Yamin no.57, Selong  
 Ketinggian Lantai : 4,65 m  
 Luas Bangunan= 4842,5 m<sup>2</sup>  
 Tinggi Total Bangunan : ± 46,5 m

Mutu Beton ( $f_c$ ) : 40 Mpa  
 Mutu Baja ( $f_y$ ) : 400 Mpa

Mutu beton ( $f'_c$ ) = 40MPa  
 Mutu tulangan ( $f_y$ ) = 400 MPa

## B. Preliminary Design

### 1. Balok

Hasil dari preliminary design struktur balok dapat dilihat pada tabel 1, dan 2.

Tabel 1  
 Dimensi Balok Induk

balok induk			
nama balok	bentang	dimensi pakai	
	m	h cm	b cm
B1	3	65	45
	3,5		
	4		
	6,5		
	7		
B2	10	75	50

Tabel 2  
 Dimensi Balok Anak

balok anak			
nama balok	Bentang	dimensi pakai	
	m	h cm	b cm
BA1	3,5	45	30
	6,5		
	7		
	7,5		
BA2	10	50	35

### 2. Balok Prategang

Balok prategang yang direncanakan memiliki  $L = 2500$  cm, sehingga diperoleh perencanaan : 75/125 untuk balok prategang.

### 3. Tebal Pelat

– Lantai dan atap : 12 cm

### 4. Kolom

- Lantai 8-10 : 60/60 cm
- Lantai 5-7 : 70/70 cm
- Lantai 1-4 : 85/85 cm
- Kolom yang memikul balok prategang : 75/75 cm

## C. Struktur Sekunder

### 1. Perencanaan Tangga

Tinggi antar lantai = 465 cm  
 Tinggi bordes = 232,5 cm  
 Panjang tangga = 450 cm  
 Panjang bordes = 350 cm  
 Lebar bordes = 150 cm  
 Tebal bordes = 20 cm  
 Lebar injakan trap tangga = 30 cm  
 Tinggi injakan trap tangga = 15cm  
 Tebal pelat trap tangga = 20 cm

### Penulangan Pelat Tangga

Digunakan tulangan lentur 9 D13-100 ( $A_{s_{pakai}} = 1194,59 \text{ mm}^2$ )

As tulangan bagi = 20%  $A_s = 0,2 \times 1095,13 = 219,03 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan 3 D10 – 300 ( $A_{s_{pakai}} = 236 \text{ mm}^2$ )

### Penulangan Pelat Bordes

Digunakan tulangan lentur 6D13-100 ( $A_{s_{pakai}} = 796,40 \text{ mm}^2$ )

As tulangan bagi = 20%  $A_s = 0,2 \times 788,67 = 157,73 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan 3 D10 – 300 ( $A_{s_{pakai}} = 236 \text{ mm}^2$ )

### Penulangan Balok Bordes

Gunakan dimensi balok bordes 30/45.

Pasang 3D16 ( $A_s = 1206,37 \text{ mm}^2$ )

Tulangan geser D10-150

### 2. Perencanaan Pelat

Data perencanaan:

- Mutu beton : 40 MPa
- Mutu baja : 400 MPa
- Tebal pelat atap : 12 cm
- Tebal pelat lantai : 12 cm

Penulangan pelat lantai dan atap

Perhitungan penulangan tumpuan & lapangan arah X digunakan tulangan lentur  $\phi 10 - 300$   
 Perhitungan penulangan tumpuan & lapangan arah Y digunakan tulangan lentur  $\phi 10 - 150$

### 3. Perencanaan Balok Anak

Hasil dari perencanaan pelat dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3  
 Penulangan Balok Anak Lantai dan Atap

nama balok	Bentang	dimensi pakai		penulangan	
	m	h cm	b cm	Lentur	Geser
BA1	3,5	45	30	3D19	D10-100
	6,5				
	7				
	7,5				
BA2	10	50	35	5D19	D10-100

### 4. Perencanaan Balok Lift

- Balok penggantung (30/45)  
 Tulangan lentur : 3D19  
 Tulangan geser : D10-150 mm
- Balok Penumpu Lift (30/45)  
 Tulangan lentur : 3D19 mm  
 Tulangan geser : D10-150 mm

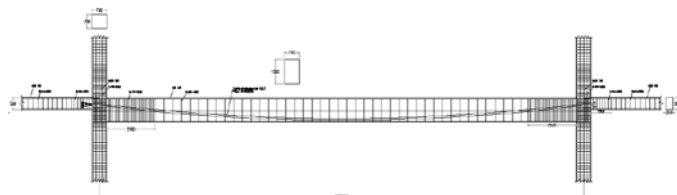
D. Perencanaan Struktur Utama Prategang

Gaya Prategang

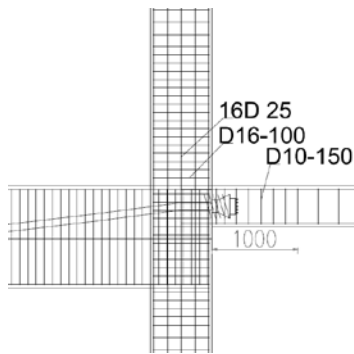
Direncanakan kelas T, dengan batas tegangan tarik saat beban layan antara  $= 0,62\sqrt{f'_c} < ft \leq \sqrt{f'_c}$ , sehingga gaya awal prategang sebesar 3000 kN

Untuk penulangan lentur balok prategang, momen yang terjadi diambil dari hasil SAP 2000, dengan momen terbesar di bagian balok prategang lantai 7. Karena akibat gaya prategang balok prategang yang paling terkena dampak terbesar adalah balok prategang lantai terdasar.

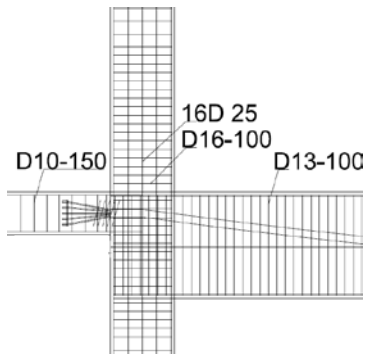
Hasil perencanaan beton prategang yang dihitung ialah seperti pada gambar di bawah ini.



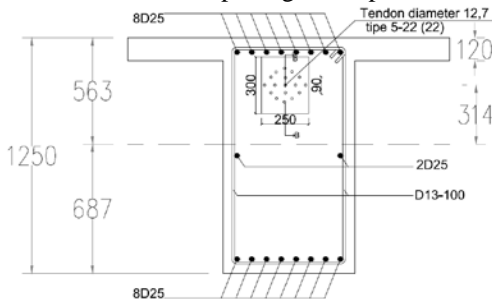
Gambar 1. Potongan memanjang balok prategang



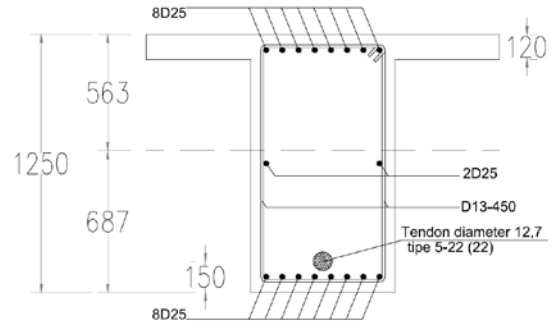
Gambar 2. detail potongan tumpuan kanan



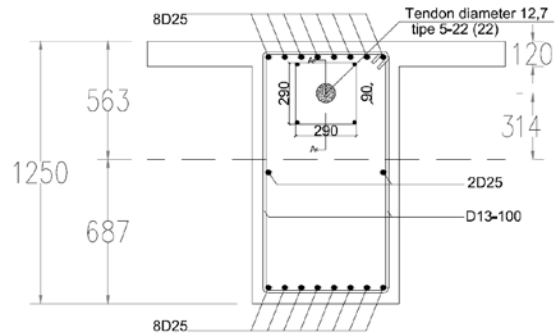
Gambar 3. detail potongan tumpuan kiri



Gambar 4. detail balok prategang tumpuan kiri



Gambar 5. detail balok prategang tengah bentang



Gambar 6. detail balok prategang tumpuan kanan

E. Struktur Utama Non Prategang

1. Balok Induk

Hasil penulangan balok induk dapat dilihat pada tabel 4 dan 6.

Tabel 4  
Penulangan Lentur Balok Induk

Balok	L m	Lokasi	fy Mpa	fc Mpa	Penulangan Lentur			
					n	D (mm)	S (mm)	lapis
Bl.1 45 X 65	3	Tumpuan atas	400	40	6	25	35	1
		Tumpuan bawah			3	25	130	1
		Lapangan			3	25	130	1
	3,5	Tumpuan atas			6	25	35	1
		Tumpuan bawah			3	25	130	1
		Lapangan			3	25	130	1
	4	Tumpuan atas			6	25	35	1
		Tumpuan bawah			3	25	130	1
		Lapangan			3	25	130	1
	6,5	Tumpuan atas			6	25	35	1
		Tumpuan bawah			3	25	130	1
		Lapangan			3	25	130	1
7	Tumpuan atas	6	25	35	1			
	Tumpuan bawah	3	25	130	1			
	Lapangan	3	25	130	1			
7,5	Tumpuan atas	6	25	35	1			
	Tumpuan bawah	3	25	130	1			
	Lapangan	3	25	130	1			
Bl.2 50 X 75	10	Tumpuan atas	7	25	35	1		
		Tumpuan bawah	4	25	95	1		
		Lapangan	4	25	95	1		

Tabel 5  
Penulangan Geser Balok Induk

Balok	L m	fy Mpa	fc Mpa	Penulangan Geser				
				Lokasi	Panjang (mm)	D (mm)	S (mm)	n
BL.1 45 X 65	3	400	40	sendi plastis	1300	13	100	2
				diluar sendi plastis		13	250	2
	3,5			sendi plastis	1300	13	100	2
				diluar sendi plastis		13	250	2
	4			sendi plastis	1300	13	100	2
				diluar sendi plastis		13	250	2
	6,5			sendi plastis	1300	13	100	2
				diluar sendi plastis		13	250	2
	7			sendi plastis	1300	13	100	2
				diluar sendi plastis		13	250	2
7,5	sendi plastis	1300	13	100	2			
	diluar sendi plastis		13	250	2			
BL.2 50 X 75	10			sendi plastis	1500	13	300	2

Tabel 6  
Penulangan Torsi

Balok	L m	fy Mpa	fc Mpa	Penulangan Torsi	
				n	D (mm)
BL.1 45 X 65	3	400	40	2	25
	3,5			2	25
	4			2	25
	6,5			2	25
	7			2	25
BL.2 50 X 75	7,5			2	25
	10			2	25

## 2. Kolom

Hasil penulangan kolom dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7  
Penulangan Kolom

Tipe Kolom	Tulangan Longitudinal		Tulangan Geser			Panjang lewatan (mm)	
	n	D(mm)□	n	D(mm)	mm		
60/60	8	25	Sendi Plastik	3	16	100	400
			Diluar Sendi plastik	3	16	150	
70/70	12	25	Sendi Plastik	3	16	100	400
			Diluar Sendi plastik	3	16	150	
75/75 Prategang	12	25	Sendi Plastik	3	16	100	400
			Diluar Sendi plastik	3	16	150	
85/85	16	25	Sendi Plastik	4	16	100	400
			Diluar Sendi plastik	4	16	150	
85/85 prategang	16	25	Sendi Plastik	4	16	100	400
			Diluar Sendi plastik	4	16	150	

## F. Pondasi

1. Jenis tiang pancang  
pancang jenis prestressed spun pile. Tiang pancang yang digunakan yaitu:

Tiang Pancang D80

Outside diameter	= 800 mm
Wall Thickness	= 120 mm
Kelas	= A1
Concret cross section	= 2564 cm <sup>2</sup>
Unit weight	= 641 kg/m
Bending Moment crack	= 40,7 tm
Bending moment ultimate	= 63,6 tm
Allowable axial load	= 415 ton

## 2. Perencanaan Poer (Pile Cap)

Hasil perencanaan penulangan poer dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8  
Penulangan pile cap

pondasi	penulangan			
	arah x		arah y	
Type1	20	D29	9	D29
Type2	20	D29	20	D29
Type3a	31	D29	20	D29
Type3b	31	D29	20	D29
Type4	31	D29	31	D29
Type5	48	D29	35	D29
Type6	31	D29	52	D29

## 3. Perencanaan Balok Sloof

Dimensi balok sloof yang direncanakan adalah 50/75 cm dengan penulangan sebagai berikut:

- Penulangan lentur : 8 D29
- Penulangan geser : D13 – 300 mm

## G. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan yang dibahas hanya metode pelaksanaan balok prategang. permodelam metode pelaksanaan dimodelkan dalam program bantu SAP 2000 sebagai *stage construction*. Urutan pekerjaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan kolom, balok dan pelat lantai
2. Pekerjaan kolom, balok prategang dan pelat. Balok prategang yang direncanakan dipasang mulai dari lantai 7 hingga lantai atap. Balok prategang dan kolom yang memikul balok prategang dicor secara monolit. Karena dalam pelaksanaannya digunakan metode post tension maka terlebih dahulu dilakukan pengecoran pada balok prategang dengan dibantu bekisting dan perancah, setelah beton mulai mengeras ±14 hari kemudian dilakukan pengangkuran dengan 3000 kN kemudian setelah itu dilakukan pengecoran pelat.
3. Setelah pengecoran pelat, kemudian dilakukan pengecoran pada balok yang berada disekitar balok prategang

Metode pekerjaan struktur untuk lantai di atasnya sama dengan metode pada lantai sebelumnya.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penyusunan Desain Modifikasi Struktur Gedung Bupati Lombok Timur Menggunakan Balok Prategang Monolit ini ditarik kesimpulan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan balok prategang didasari oleh kebutuhan ruang pertemuan dengan luas yang maksimal tanpa adanya kolom-kolom yang menghalangi pada lantai 6-10.
2. Perencanaan Gedung Bupati Lombok Timur memiliki dimensi struktur sekunder dan struktur

utama yang didapatkan dari SNI 2847:2013, ditunjukkan sebagai berikut:

Struktur Sekunder:

- Balok anak
  - BA.1 : 30/45 cm
    - Tulangan lentur : 3D19
    - Tulangan geser : D10-150
  - BA.2 : 35/50 cm
    - Tulangan lentur : 5D19
    - Tulangan geser : D10-150
- Blok lift : 30/45 cm
  - Tulangan lentur : 3D19
  - Tulangan geser : D10-150
- Balok bordes : 45/65 cm
  - Tulangan lentur : 6D16
  - Tulangan geser : D10-150
- Tebal Pelat bordes : 20 cm
  - Tulangan lentur : D13-150
- Tebal Pelat tangga : 20 cm
  - Tulangan lentur : D13-150
- Tebal pelat lantai dan atap : 12 cm
  - Tulangan lentur y : D10-150
  - Tulangan lentur x : D10-300
- Struktur Utama:
- Balok Induk
  - B1 : 45/65 cm
    - Tulangan lentur : 6D25
    - Tulangan geser : D13-100
  - B2 : 50/75 cm
    - Tulangan lentur : 7D25
    - Tulangan geser : D13-100
- Balok Prategang : 75/100 cm
  - Tulangan lentur : 8D25
  - Tulangan torsi : 2D25
  - Tulangan geser : D13-100
  - Fo : 3000 kN
- Kolom
  - Kolom lantai 8-10: 60/60 cm
    - Tulangan lentur : 8D25
    - Tulangan geser : D16-100
  - Kolom lantai 5-7 : 70/70 cm
    - Tulangan lentur : 12D25
    - Tulangan geser : D16-100
  - Kolom lantai 1-4 : 85/85 cm
    - Tulangan lentur : 16D25
    - Tulangan geser : D16-100
  - Kolom Prategang : 75/75 cm
    - Tulangan lentur : 12D25
    - Tulangan geser : D16-100
- Tiang Pancang : D80
  - Wall thickness : 120 mm
  - Kelas : A1

- Bending momen crack : 40,7 tm
- Bending momen ultimate : 63,6 tm
- Allowed axial load : 415 ton

3. Beban-beban yang bekerja diambil berdasarkan PPIUG 1983 dan SNI 1727:2012.
4. Balok prategang dan kolom yang memikul balok prategang dicor monolit.
5. Analisa struktur menggunakan program bantu SAP 2000 versi 14.2.2.
6. Perhitungan gaya gempa pada perencanaan gedung menggunakan analisa respons spektrum di daerah Selong, sesuai dengan peraturan SNI 1726:2012.
7. Perencanaan detail gedung menggunakan peraturan SNI 2847:2013, dengan sistem gedung yang digunakan ialah Sistem rangka pemikul momen khusus.
8. Pondasi direncanakan sesuai ketentuan yang berlaku dan menerima beban dari atas melalui poer.
9. Hasil analisa struktur yang telah dilakukan pada perencanaan Gedung Bupati Lombok Timur dituangkan pada gambar teknik yang terdapat pada lampiran.

### 5.1 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil analisa adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan teknologi dalam beton prategang ditingkatkan, khususnya pada gedung agar dalam pengaplikasiannya menjadi lebih efisien dan mudah untuk dilaksanakan.
2. Diperlukan adanya suatu penyusunan anggaran biaya untuk melengkapi detail perencanaan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nawy, Edward G. 1996. Prestressed Concrete : A Fundamental Approach, 2nd Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 1726:2012). Jakarta: BSNI.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. 2012. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain (SNI 1727: 2012). Jakarta: BSNI
- [4] Badan Standarisasi Nasional. 2013. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847: 2013). Jakarta: BSNI.
- [5] Departemen Pekerjaan Umum. 1983. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983. Jakarta: PU.
- [6] Lin, T.Y., dan Burns, N.H. 1996. Desain Struktur Beton Prategang Jilid 1. Jakarta: Erlangga.