

## PERENCANAAN STRUKTUR BALOK DAN KOLOM PADA GEDUNG BANTEN ISLAMIC CENTER KOTA SERANG

Aip Samsul Ma'rip<sup>1</sup>, Telly Rosdiyani<sup>2</sup> dan Fitri Aida Sari<sup>3</sup>, M Iawanul Yusup

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Banten Jaya, Jl. Raya Ciwaru II No.73 Kota Serang, Banten

Email: aipsamsul99@gmail.com

Email: tellyrosdiyani004@gmail.com

Email: fitriaidasari02@gmail.com

### ABSTRAK

Bangunan gedung merupakan suatu wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukan bangunan yang di dalamnya terdapat struktur. Dalam perencanaan struktur ini membahas balok dan kolom gedung Banten *Islamic Center* Kota Serang yang memperhitungkan beban nominal (beban hidup, beban mati dan beban gempa) dan struktur bangunan mengacu pada ketentuan-ketentuan untuk sistem rangka pemikul momen khusus. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perencanaan kekuatan struktur serta gambar desain struktur gedung Banten *Islamic Center* Kota Serang kemudian mengetahui besar biaya yang diperlukan. Data yang dibutuhkan yaitu data primer dan data sekunder, data primer berupa wawancara dan observasi sedangkan data sekunder yang digunakan pada penelitian ini diantaranya gambar perencanaan, peraturan perundang-undangan, standar nasional indonesia dan literatur pendukung lainnya. Hasil penelitian yang telah dilakukan, nilai parameter beban gempa gedung Banten *Islamic Center* berfungsi sebagai fasilitas pendidikan keagamaan dengan kategori risiko VI yang memiliki faktor keutamaan gempa,  $I_e = 1,5$ . Nilai parameter terdiri dari  $S_s = 0,843$ ;  $S_1 = 0,4204$ ;  $TL = 20$ ;  $F_a = 1,16$ ;  $F_v = 1,88$ ;  $S_{MS} = 0,98$ ;  $S_{M1} = 0,79$ ;  $S_{DS} = 0,65$  dan  $S_{D1} = 0,53$ . Desain struktur balok dan kolom yaitu jumlah tulangan pokok untuk struktur balok B1 pada daerah tumpuan menggunakan 7-D19 + 4-D10 dengan sengkang D10-150 dan pada daerah lapangan menggunakan 7-D19 + 4D10 dengan sengkang D10-200, tulangan pokok untuk struktur kolom K1 menggunakan 16-D25 dengan sengkang D10-150. Dalam perencanaan struktur balok dan kolom membutuhkan biaya sebesar Rp. 2.015.975.000,00 (*dua miliar lima belas juta sembilan ratus tujuh puluh lima ribu rupiah*).

**Kata kunci:** perencanaan, balok dan kolom, SRPMK, beban nominal, SAP2000.

### 1. PENDAHULUAN

Bangunan gedung adalah suatu wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukan bangunan. Bangunan gedung umumnya harus mengacu pada keandalan teknis bangunan dari segi keselamatan, kesehatan, kenyamanan dan arsitektur bangunan. Struktur bangunan gedung memiliki 2 bangunan utama yaitu struktur bangunan bawah yang disebut dengan fondasi serta struktur bangunan atas terdiri dari struktur balok, kolom, plat lantai, dinding dan atap. Struktur balok dan kolom ini menjadi satu kesatuan yang disebut kerangka (portal) pada suatu gedung. Struktur kerangka (portal) akan menerima 3 jenis beban nominal yang harus diketahui dan dihitung tingkat keamanannya dalam merancang suatu bangunan gedung. Namun pada kenyataannya masih banyak rencana pembangunan yang tidak memperhatikan 3 jenis beban nominal yaitu beban hidup nominal, beban mati nominal dan beban gempa nominal. Pembangunan Banten *Islamic Center* Kota Serang ini menggunakan struktur balok dan kolom beton bertulang dengan mutu beton readymix K-300 atau 25 MPa serta mutu tulangan beton menggunakan jenis baja tulangan sirip (BJTS) dengan kuat leleh 420 MPa, berdasarkan pengamatan yang dilakukan penulis terhadap dokumen perencanaan gedung Banten *Islamic Center* diketahui bahwa perhitungan 3 beban nominal dihitung dengan menggunakan *software Etabs*. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan analisis kembali dengan menggunakan perhitungan pembebanan

yang berbeda dengan menggunakan *software SAP2000 V22*. Dalam penelitian ini masalah yang ditampilkan adalah bagaimana perencanaan struktur gedung tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2012 serta beban minimum untuk perencanaan gedung tahan gempa SNI 1727:2013 dengan sistem rangka pemikul momen khusus. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis perencanaan kekuatan struktur yang ada pada bangunan gedung Banten *Islamic Center* Kota Serang, untuk mengetahui gambar desain struktur dan besar biaya yang diperlukan. Manfaat dari penelitian ini diantaranya sebagai sumber informasi untuk meningkatkan wawasan tentang mendesain struktur bangunan gedung serta sebagai bahan referensi dalam penggunaan *software SAP2000* dalam perencanaan struktur gedung.

Adapun rumus yang digunakan diantaranya:

Nilai dari parameter respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  dengan rumus:

$$SM_I = S_I \times F_v \quad (1)$$

$$SM_S = S_S \times F_a \quad (2)$$

Dengan :

$S_I$  = Parameter respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  terpetakan untuk periode 1,0 detik.

$S_S$  = Parameter respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  terpetakan untuk periode pendek.

Setelah nilai  $S_I$  dan  $S_S$  diketahui maka selanjutnya menentukan nilai koefisien situs berdasarkan tabel di berikut ini.

**Tabel 1** Koefisien Situs,  $F_a$ .

Kelas Situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) Terpetakan pada Periode Pendek, $T = 0,2$ detik, $S_S$					
	$S_S \leq 0,25$	$S_S \leq 0,5$	$S_S \leq 0,75$	$S_S \leq 1,0$	$S_S \leq 1,25$	$S_S \leq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS <sup>(a)</sup>					

(Sumber : SNI 1726:2012)

**Tabel 2** Koefisien Situs,  $F_v$ .

Kelas Situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) Terpetakan pada Periode 1 detik, $S_I$					
	$S_I \leq 0,1$	$S_I \leq 0,2$	$S_I \leq 0,3$	$S_I \leq 0,4$	$S_I \leq 0,5$	$S_I \leq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS <sup>(a)</sup>					

(Sumber : SNI 1726:2012)

kategori desain seismik bangunan dengan menggunakan rumus:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (3)$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} S_{MI} \quad (4)$$

Dengan :

$S_{DS}$  = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek.

$S_{DI}$  = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik.

Periode fundamental pendekatan  $T_a$ , dalam detik harus ditentukan dengan rumus:

$$T_a = C_t h_n^x \quad (5)$$

Dengan :

$h_n$  = Ketinggian struktur (m)

$C_t$  dan  $x$  = ditentukan pada tabel berikut ini:

**Tabel 3** Nilai Parameter Periode Pendekatan  $C_t$  dan  $x$ .

Tipe Struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari deflaksi jika dikenai gaya seismik :		
1) Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
2) Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

(Sumber : SNI 1726:2012)

Nilai koefisien respons seismik,  $C_s$  dengan rumus:

$$C_{sMaksimum} = \frac{S_{DI}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} n_n \quad (6)$$

$$S_{sMinimum} = 0,44 \times S_{DI} \times I_e \geq 0,01 \quad (7)$$

Nilai  $C_s$  Hitung harus berada diantara  $C_s$  minimum dan  $C_s$  maksimum.

$C_s$  minimum <  $C_s$  Hitung <  $C_s$  maksimum.

Dengan :

$S_{DS}$  = Parameter percepatan respons spektrum desain dalam rentan periode 0,2 detik

$S_{DI}$  = Parameter percepatan respons spektrum desain dalam rentan periode 1 detik

$R$  = Faktor modifikasi respons

$I_e$  = Faktor keutamaan gempa

$T$  = Periode fundamental pendekatan

Nilai gaya geser seismik,  $V$  dengan rumus:

$$V = C_s \times W \quad (8)$$

Dengan :

$C_s$  = Koefisien respon seismik

$W$  = Berat seismik

Dalam menganalisis struktur kali ini digunakan *software SAP2000 V22* yang didalamnya terdapat respon spektrum gempa rencana mengacu pada standar yang diakui oleh dunia internasional seperti: AASHTO 2012, ASCE 7-16, EuroCode8 2004, IBC 2009, UBC 97 serta masih banyak acuan lainnya. Dalam analisis gempa ini digunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengatur *gridline* atau garis bantu.
2. Membuat material yang akan digunakan.
3. Membuat *frame* atau elemen batang.
4. Merencanakan respons spektrum sesuai SNI 1726:2012.
5. Menentukan beban nominal.
6. Membuat kombinasi pembebanan.
7. Memberikan beban mati dan beban hidup.
8. Memberikan jenis tumpuan struktur dan *joint*.
9. Proses analisis struktur.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian di Kawasan Banten Lama, Kecamatan Kasemen, Kota Serang – Banten. Pada gedung Banten *Islamic Center* memiliki 3 lantai. Adapun kebutuhan data untuk perencanaan balok dan kolom sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer diperoleh dengan cara melakukan wawancara langsung dengan perencana teknis dan observasi ke lokasi pembangunan gedung.

2. Data skunder

Berikut data yang diperoleh antara lain:

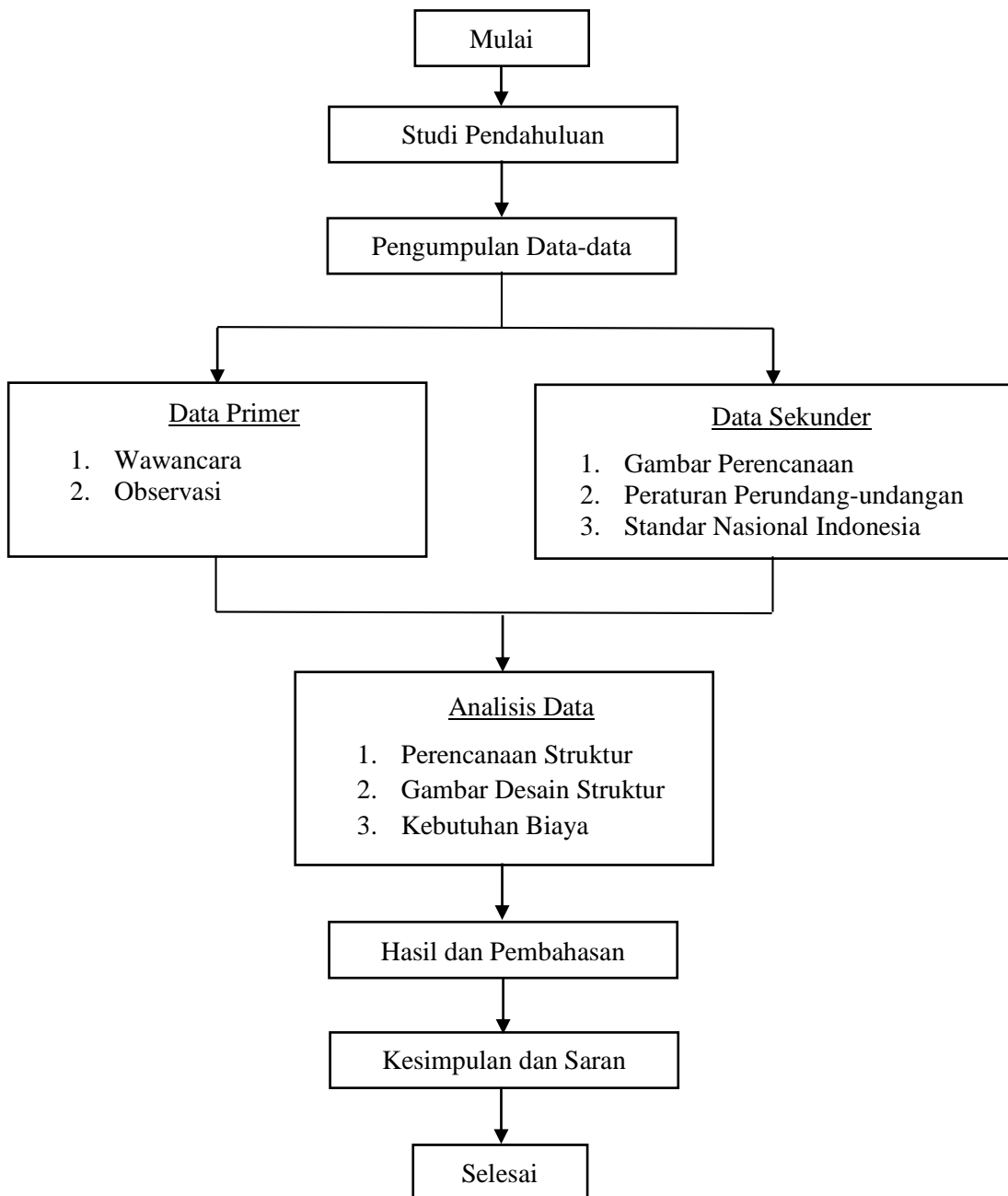
- Gambar perencanaan.
- Peraturan perundang-undangan.

- Standar Nasional Indonesia.
- Literatur pendukung penelitian.

Prosedur perencanaan penulis lakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Penetapan lokasi penelitian yang akan dilakukan.
2. Pengumpulan data dengan teknik wawancara dengan perencana teknis terkait data penelitian dan observasi ke lapangan secara langsung guna memastikan data yang didapatkan sesuai dengan pelaksanaan.
3. Pengolahan data dengan cara analisis beban gempa, desain perencanaan dan kebutuhan biaya hasil perencanaan.
4. Didapatkan hasil penelitian yaitu parameter beban gempa, desain tulangan yang digunakan dan biaya hasil perencanaan.

Berikut merupakan tahapan penelitian yang dituangkan pada diagram alir penelitian yang disajikan pada Gambar 3 berikut ini.



**Gambar 1** Diagram Alir Penelitian.

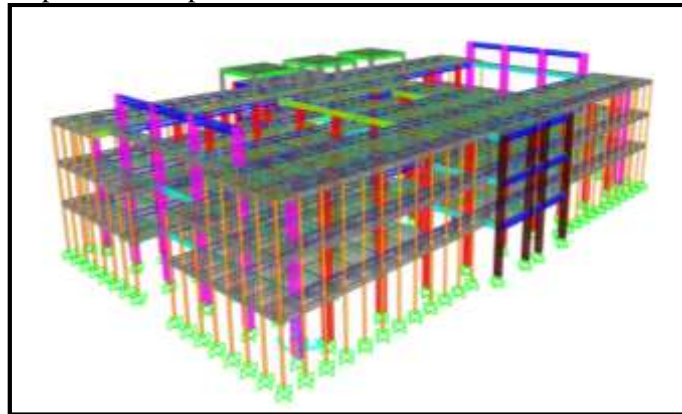
Analisa data dilakukan:

Permodelan struktur gedung Banten *Islamic Center* Kota Serang menggunakan *software* SAP2000 V22.

**Tabel 4** Elemen Struktur Gedung Banten *Islamic Center* Kota Serang.

Balok	Kolom	Pelat
B1 = 400 × 600 mm	K1 = 600 × 600 mm	Tebal 120 mm
B2 = 300 × 500 mm	K2 = 400 × 1000 mm	
BA-1 = 250 × 500 mm	K3 = 300 × 300 mm	
BA-2 = 200 × 400 mm	K4 = 400 × 600 mm	
	K5 = Ø300 mm	

Berikut disajikan prespektif permodelan pada Gambar 2.



**Gambar 2** Permodelan Elemen Struktur Gedung Banten *Islamic Center* Kota Serang.  
(Sumber: *Software* SAP2000 V22, 2023)

Perhitungan pembebanan yang bekerja pada struktur mengacu pada peraturan SNI 1727:2013 terdiri dari beberapa jenis pembebanan yaitu (Asroni, 2018; Asroni, 2017):

1. Beban mati atau *dead load* (*DL*) yaitu beban yang diakibatkan oleh elemen struktur terdiri dari balok, kolom dan pelat lantai yang dihitung secara otomatis dengan menggunakan *software* SAP2000.
2. Beban mati tambahan atau *super dead load* (*SDL*) yaitu beban yang diakibatkan oleh material tambahan yang ada pada struktur gedung seperti dinding, keramik, plafond, mekanikal, elektrik dan material lainnya. Berikut beban mati tambahan yang disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 5** Beban Mati Tambahan.

No	Material	Beban
1	Dinding bata ringan	100 kg/m <sup>2</sup>
2	Keramik lantai + spesi	110 kg/m <sup>2</sup>
3	Plafond + penggantung	57 kg/m <sup>2</sup>
4	Mekanikal + elektrik	25 kg/m <sup>2</sup>
	Total	292 kg/m <sup>2</sup>

3. Beban hidup atau *live load* (*LL*) yaitu beban yang diakibatkan penggunaan gedung, seperti barang-barang pendukung dalam gedung serta yang manusia yang menempati gedung tersebut yang sifatnya berubah pada kondisi tertentu. Beban hidup pada lantai bangunan yang difungsikan sebagai *Islamic Center* diambil sebesar 479 kg/m<sup>2</sup>.
4. Beban gempa atau *quake* (*Q*) terdapat beberapa parameter yang didapatkan dari peraturan SNI 1726:2012. Parameter beban gempa didapatkan dari peraturan yang berlaku di Indonesia yaitu SNI 1726:2012. Aksi pembebanan pada struktur merupakan kombinasi dari beban yang telah ditentukan. Berikut ini kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan peraturan SNI 1727:2013 sebagai berikut (Maknun & Rosdiyani, 2021):

1. 1,4 D
2. 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L atau R)
3. 1,2 D + 1,6 (L atau R) + (1,0 L atau 0,5 W)
4. 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (L atau R)
5. 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L
6. 0,9 D + 1,0 W
7. 0,9 D + 1,0 E



Berat struktur gedung:

1. Berat struktur sendiri (*dead*) = 40789,908 kN
2. Berat mati tambahan (*super dead*) = 12218,962 kN
3. Berat hidup (*live*) = 19760,338 kN

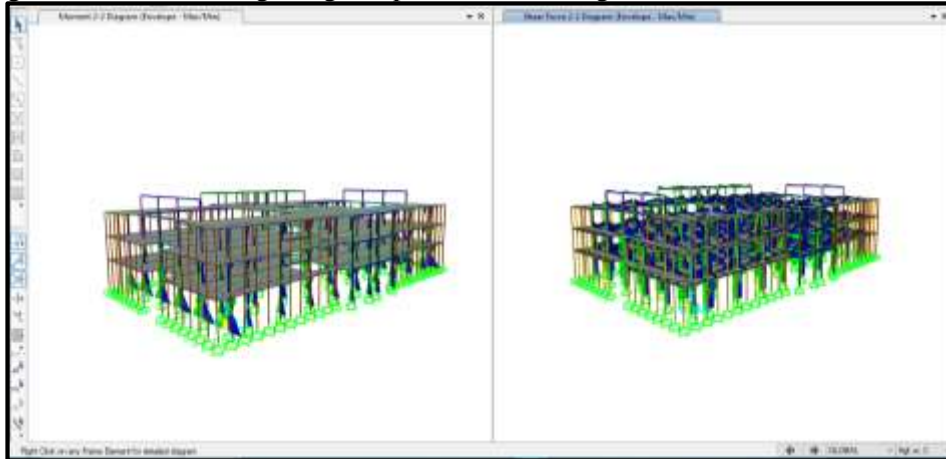
Periode fundamental yang terjadi pada struktur.

$T$  mode 1 arah X = 0,788224, maka  $T > T_{max}$ , hasilnya tidak memenuhi.

$T$  mode 1 arah Y = 0,781271, maka  $T > T_{max}$ , hasilnya tidak memenuhi.

Maka nilai  $T_{max}$  yang digunakan = 0,81108

Berikut ini diagram momen dan diagram geser pada struktur bangunan Banten *Islamic Center* Kota Serang.



**Gambar 5** Diagram Momen dan Diagram Geser.

(Sumber: *Software SAP2000 V22*, 2023)

Desain struktur balok pada gedung Banten *Islamic Center* Kota Serang terdapat beberapa langkah-langkah sebagai berikut:

1. Kontrol syarat komponen balok.
2. Desain tulangan lentur pada balok.
3. Desain tulangan geser pada balok.

Berdasarkan perhitungan didapatkan desain balok pada struktur bangunan:

**Tabel 7** Desain Struktur Balok.

Jenis Balok	Desain Balok	Jenis Balok	Desain Balok
B1		B2	
BA-1		BA-2	

Desain struktur kolom pada gedung Banten *Islamic Center* Kota Serang terdapat beberapa langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tulangan longitudinal kolom.
2. Kontrol syarat komponen kolom SRPMK.
3. Kontrol rasio tulangan.
4. Pengecekan *strong column – weak beam*.
5. Tulangan transversal kolom.

Berdasarkan perhitungan didapatkan desain kolom pada struktur bangunan:

**Tabel 8** Desain Struktur Kolom.

Jenis Kolom	Desain Kolom	Jenis Kolom	Desain Kolom
K1		K2	
K3		K4	
K5			

Kebutuhan biaya perencanaan balok dan kolom pada gedung yang telah direncanakan. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Menghitung volume pekerjaan beton pada balok.
2. Menghitung volume pekerjaan tulangan pada balok.
3. Menghitung volume pekerjaan beton pada kolom.
4. Menghitung volume pekerjaan tulangan pada kolom.
5. Menentukan analisa harga satuan pekerjaan.
6. Hasil biaya perencanaan balok dan kolom.

Dari hasil analisa harga satuan pekerjaan didapat kebutuhan biaya untuk pekerjaan balok dan kolom antara lain:



**Tabel 9** Rekap Kebutuhan Biaya Pekerjaan Balok dan Kolom.

No.	Pekerjaan	Volume	Sat	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>A</b>	<b>Pekerjaan Balok</b>				
1	Beton ready mix $f'c = 25$ + pompa beton	600,89	m <sup>3</sup>	1.591.208,00	956.140.975,00
2	Pembesian	97212,25	kg	1.721,50	167.350.895,53
<b>B</b>	<b>Pekerjaan Kolom</b>				
1	Beton ready mix $f'c = 25$ + pompa beton	458,95	m <sup>3</sup>	1.591.208,00	730.291.515,11
2	Pembesian	94215,15	kg	1.721,50	162.191.440,79
				<b>Jumlah</b>	2.015.974.826,55
				<b>Dibulatkan</b>	2.015.975.000,00
Terbilang: (dua miliar lima belas juta sembilan ratus tujuh puluh lima ribu rupiah)					

Berdasarkan hasil perhitungan penulis, kebutuhan biaya yang dibutuhkan pada struktur balok dan kolom senilai Rp. 2.015.975.000,00 (dua miliar lima belas juta sembilan ratus tujuh puluh lima ribu rupiah).

#### 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan oleh penulis maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Gedung Banten *Islamic Center* berfungsi sebagai fasilitas pendidikan keagamaan dengan kategori risiko VI yang memiliki faktor keutamaan gempa,  $I_e = 1,5$ . Nilai parameter terdiri dari  $S_s = 0,843$ ;  $S_1 = 0,4204$ ;  $TL = 20$ ;  $F_a = 1,16$ ;  $F_v = 1,88$ ;  $S_{MS} = 0,98$ ;  $S_{M1} = 0,79$ ;  $S_{DS} = 0,65$  dan  $S_{D1} = 0,53$ .
2. Desain struktur balok dan kolom di antaranya jumlah tulangan pokok untuk struktur balok B1 pada daerah tumpuan menggunakan 7-D19 + 4-D10 dengan sengkang D10-150 dan pada daerah lapangan menggunakan 7-D19 + 4D10 dengan sengkang D10-200. Tulangan pokok untuk balok B2 pada daerah tumpuan menggunakan 5-D19 + 4D10 dengan sengkang D10-150 dan pada daerah lapangan menggunakan 5-D19 + 4D10 dengan sengkang D10-200. Tulangan untuk balok BA-1 pada daerah tumpuan menggunakan 4D16 + 4D10 dengan sengkang D10-150 dan pada daerah lapangan menggunakan 4D16 + 4D10 dengan sengkang D10-200. Tulangan untuk balok BA-2 pada daerah tumpuan menggunakan 4D16 + 2D10 dengan sengkang D10-150 dan pada daerah lapangan menggunakan 4D16 + 2D10 dengan sengkang D10-200. Tulangan pokok untuk struktur kolom K1 menggunakan 16-D25 dengan sengkang D10-150. Tulangan pokok untuk struktur kolom K2 menggunakan 18-D25 dengan sengkang D10-150. Tulangan pokok untuk struktur kolom K3 menggunakan 8-D25 dengan sengkang D10-150. Tulangan pokok untuk struktur kolom K4 menggunakan 12-D19 dengan sengkang D10-150. Tulangan pokok untuk struktur kolom K5 menggunakan 8-D16 dengan sengkang D10-150.
3. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan biaya untuk perencanaan struktur balok dan kolom senilai Rp. 2.015.975.000,00 (dua miliar lima belas juta sembilan ratus tujuh puluh lima ribu rupiah).

Berdasarkan hasil penelitian, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Dalam merencanakan struktur gedung sebaiknya menggunakan standar acuan yang berlaku seperti Standar Nasional Indonesia (SNI).
2. Pada penelitian ini struktur gedung yang dianalisa merupakan struktur gedung tidak beraturan, sehingga perlu dilakukan penelitian dengan model struktur yang beragam, agar dapat mewakili kinerja struktur gedung tersebut.
3. Sebaiknya pada saat menganalisa gempa pada struktur dibuat beberapa jenis tanah yang digunakan seperti tanah lunak, tanah sedang dan tanah keras. Peneliti ini hanya meninjau pada jenis tanah sedang.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Almufid, A., & Santoso, E. (2021). Struktur SRPMK DAN SRPMM Pada Bangunan Tinggi (Structure of SRMK and SRMM on High Building). *Jurnal Teknik*, 10(1), 24–34. <https://doi.org/10.31000/jt.v10i1.4025>
- Asroni, A. (2017). *Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Surakarta : Muhammadiyah University Press.
- Asroni, A. (2018). *Teori dan Desain Kolom Fondasi Balok T Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Surakarta : Muhammadiyah University Press.

- Badan Standardisasi Nasional. (2012) SNI 1726:2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung* (p. 149). Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013) SNI 1727:2013. *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan dan Struktur Lain*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional. (2013) SNI 2847:2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan* (p. 265). Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Budiadi, A. (1998). *Teknik Gempa dengan Analisa Statis untuk Struktur Gedung dan Jembatan*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Fitrah, R. A., & Melinda, A. P. (2018). Studi Komparasi Detailing Desain Komponen Lentur Struktur Beton Bertulang SRPMK Dan SRPMM. *Rang Teknik Journal*, 1(2). <http://www.jurnal.umsb.ac.id/index.php/RANGTEKNIKJOURNAL/article/view/722>
- Honarto, R. J., Handono, B. D., & Pandaleke, R. (2019). Perencanaan Bangunan Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Di Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(2), 201–208.
- Maknun, J., & Rosdiyani, T. (2021). Analisis Beban Gempa Terhadap Kinerja Struktur Bangunan Rumah Susun Polsek Balaraja Menggunakan Software Sap 2000. *Journal of Sustainable Civil ...*, 05(01). <http://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/josce/article/view/1430>
- Nawy, E. G. (1998). *Beton Bertulang*. Bandung : PT. Refika Aditama.
- Presiden Republik Indonesia. (2002). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung* (pp. 1–53). PT. Mediatama Saptakarya.
- Dinas Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPRG) 1.3.53* (p. 37).
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek*. Jakarta : Erlangga.
- Wicaksana, A., & Rosyidah, A. (2021). Perbandingan Perancangan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726:2012 Dan SNI 1726:2019. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 18(1), 88–99. <https://doi.org/10.30630/jirs.v18i1.416>