



PERANCANGAN BALOK BETON BERTULANG GEDUNG PRODI KEDOKTERAN UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN

Zikri Alstony¹, Ahmad Hernadi^{*2}

^{1,2,*)} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Borneo Tarakan
Jl. Amal Lama No. 1 Kota Tarakan, Kalimantan Utara
Email: ¹ Zikri.alstony@gmail.com, ^{*2} ahernjineering@gmail.com

ABSTRACT: Borneo Tarakan University plans to open a medical study program in 2023. So, a building is needed that is able to support all lecture activities. The building structure is expected to be able to withstand gravity loads and earthquakes, so that each component must be designed to have high ductility. One of the important components in the planning of earthquake-resistant reinforced concrete structure buildings, especially those using special moment resisting frame systems (SMRF), namely beams. Beams must be designed using the latest standards, namely SNI 2847-2019. The entire beam design uses K-300 concrete quality and uses BJTS-420 quality steel for longitudinal and BJTS-280 for stirrups. The design results obtained on the main beam longitudinal reinforcement using a diameter of 19 mm (deform) and shear reinforcement consisting of 4 legs with a diameter of 10 mm (deform). Meanwhile, in the joist elements the longitudinal reinforcement uses a diameter of 19 mm and the shear reinforcement consists of 2 legs with a diameter of 10 mm.

Keywords: Beam, Medical Study Program, Longitudinal Reinforcement, Transversal Reinforcement, Special Moment Resisting Frame System.

ABSTRAK: Universitas Borneo Tarakan berencana membuka program studi kedokteran pada tahun 2023. Sehingga, diperlukan sebuah gedung yang mampu mendukung berjalannya segala aktivitas perkuliahan. Struktur gedung diharapkan mampu menahan beban gravitasi dan gempa, sehingga setiap komponennya harus direncanakan memiliki daktilitas yang tinggi. Salah satu komponen penting dalam perencanaan gedung struktur beton bertulang tahan gempa khususnya yang menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) yaitu balok. Balok harus didesain dengan menggunakan standar terbaru yaitu SNI 2847-2019. Desain balok seluruhnya menggunakan mutu beton K-300 dan menggunakan baja tulangan mutu BJTS-420 untuk longitudinal dan BJTS-280 untuk sengkang. Hasil desain diperoleh pada balok induk tulangan longitudinal menggunakan diameter 19 mm (Ulir) dan tulangan geser terdiri 4 kaki dengan diameter 10 mm (Ulir). Sedangkan, pada elemen balok anak tulangan longitudinal menggunakan diameter 19 mm dan tulangan geser terdiri dari 2 kaki dengan diameter 10 mm.

Kata kunci: Balok, Program Studi Kedokteran, Tulangan Longitudinal, Tulangan Geser, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

1. PENDAHULUAN

Sebagai upaya meningkatkan kualitas pelayanannya di bidang pendidikan, Universitas Borneo Tarakan kembali akan membuka sebuah program studi baru yaitu kedokteran pada tahun 2023. Pembukaan sebuah prodi tentunya harus memenuhi beberapa persyaratan dimana salah satunya adalah sarana berupa

gedung kuliah. Hal tersebut tercantum di dalam Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia SK No.64/E/KPT/2020. Gedung kuliah memiliki fungsi yang sangat vital karena sebagai fasilitas pendukung untuk segala bentuk aktivitas perkuliahan. Demi menunjang kenyamanan dan keamanan, gedung selain memiliki kekuatan selama masa layan, namun juga harus memiliki kekuatan dalam menghadapi bencana gempa bumi.

Struktur yang direncanakan sedemikian rupa untuk berperilaku elastis saat menerima beban gempa, sehingga setelah elemen struktur terdeformasi saat terbebani dapat kembali ke bentuk dan posisi semula. Namun, untuk mendesain bangunan yang memiliki perilaku elastis membutuhkan dimensi elemen struktur yang cukup besar sehingga dapat membuat bangunan tersebut menjadi tidak efisien, maka dari itu, bangunan dapat didesain untuk berperilaku elastis saat digoncang oleh gempa sedang dan diizinkan untuk berdeformasi secara plastis saat digoncang gempa besar dengan menggunakan standar SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).

Gedung kuliah tidak ada bedanya dengan fasilitas pendidikan lainnya sehingga masuk kedalam kategori resiko IV (Badan Standarisasi Nasional, 2019a). Bangunan dengan kategori resiko IV diharuskan tetap mempertahankan fungsi serta kinerja struktur saat gempa terjadi guna meminimalisir terjadinya korban. Perancangan gedung kuliah tahan gempa ditentukan dari beberapa faktor, baik fungsi dari bangunan, lokasi, serta kondisi tanah pada daerah perancangan. Hal tersebut sangat berpengaruh dalam penentuan jenis sistem pemikul gaya seismik yang cocok untuk diaplikasikan pada gedung.

Balok merupakan elemen struktur yang berfungsi sebagai penyalur beban vertikal dan horizontal ke kolom. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup, sedangkan beban horizontal berupa gaya lateral seperti angin dan gempa (Albertini, Sulistyorini, & Galuh, 2021). Penelitian tentang Studi Komparasi Perancangan Balok Struktural Berdasarkan SNI 2847-2002, SNI 2847-2013 Dan SNI 2847-2019, memberikan kesimpulan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara SNI 2847-2013 dengan SNI 2847-2019 untuk mendesain balok (Prasetya, Hernadi, & Nugroho, 2021).

2. METODE PENELITIAN

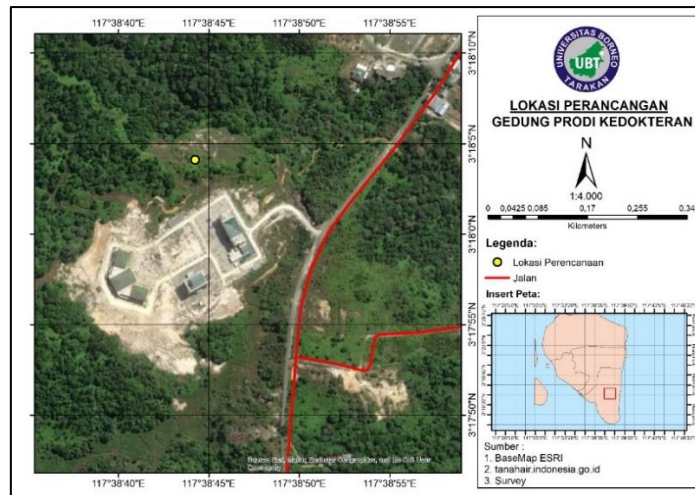
2.1. Tinjauan Umum

Pada penelitian “Perancangan Gedung Prodi Kedokteran Universitas Borneo Tarakan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen (Studi Kasus Perancangan Balok)”, diperlukan beberapa data teknis perencanaan. Adapun data teknis perancangan gedung yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Data umum
 - a. Nama Gedung : Gedung Prodi Kedokteran Universitas Borneo Tarakan
 - b. Lokasi : Jl. Amal Lama, No. 01, Kec. Tarakan Timur
 - c. Fungsi : Gedung Kuliah
 - d. Jumlah lantai : 4 Lantai
 - e. Tinggi Bangunan : 16 m
 - f. Luas Bangunan : 936 m²
 - g. Struktur Utama : Beton Bertulang
2. Data Bahan
 - a. Mutu Beton : $f'c$ 24,06 (K-300)
 - b. Mutu Baja : BJTS-280 dan BJTS-420

2.2. Lokasi Penelitian

Penelitian perancangan gedung ini dilakukan di lokasi jalan Amal Lama, kompleks gedung baru Universitas Borneo Tarakan. Lokasi perancangan gedung berada tepat berseberangan dengan gedung Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, dan berada di antara gedung Laboratorium Terpadu dan Gedung Fakultas Ilmu Kesehatan. Titik koordinat lokasi perancangan 117°38'44.2''E dan Lintang : 3°18'4.1''N.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian

2.3. Sumber Data

Data yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian perancangan gedung program studi kedokteran Universitas Borneo Tarakan (studi kasus desain balok) berupa data sekunder. Adapun data ini berguna untuk menganalisis dan melakukan pemodelan terhadap struktur dengan menyesuaikan beberapa parameter dalam standar perencanaan gedung. Acuan standar tersebut adalah sebagai berikut:

1. Data Investigasi Tanah (*Soil Investigation*) yang diperoleh dari hasil pengujian N-yang diperoleh dari gedung disekitar perencanaan. Data tersebut berupa data pekerjaan gedung sebelumnya yaitu data investigasi tanah gedung Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Borneo Tarakan.
2. SNI 1726-2019, Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung
3. SNI 1727-2020, Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain
4. SNI 2847-2019, Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.

2.4. Metode Analisis Data

2.4.1. Penentuan Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik

Berdasarkan Nilai N-SPT pada perencanaan gedung diperoleh kelas situs tanah termasuk kedalam kategori tanah situs tanah lunak (SE) karena < 15 .

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}} = \frac{30}{2,248} = 13,345$$

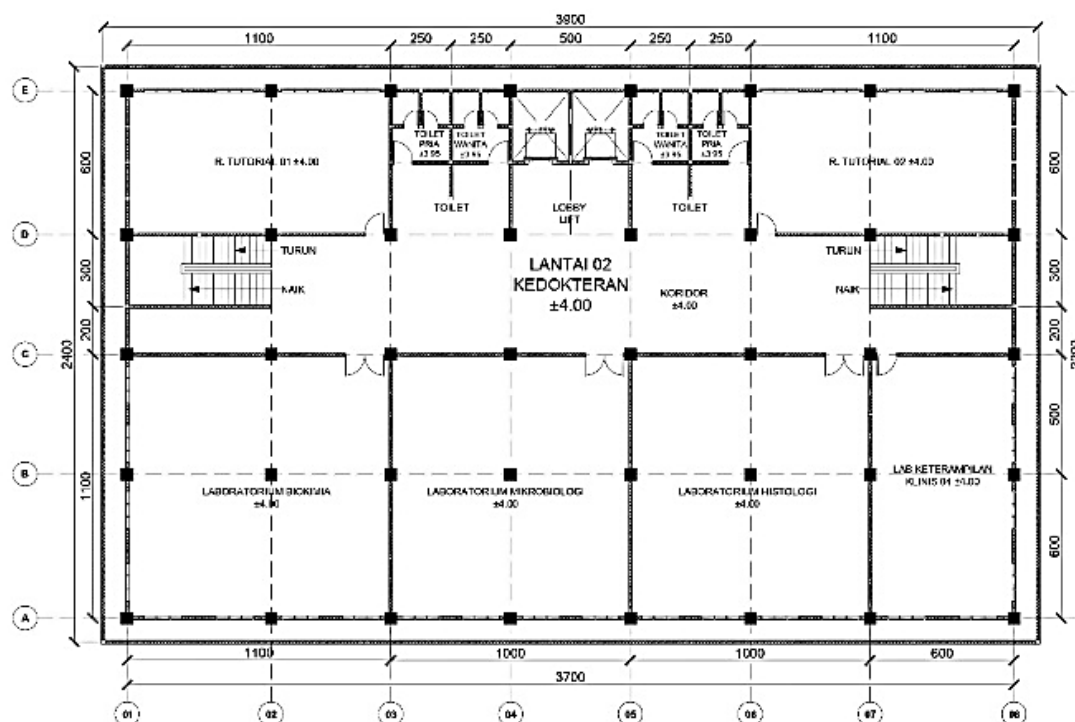
Sedangkan, dari nilai tersebut dapat diperoleh parameter perencanaan bangunan gedung sebagai berikut:

1. S_S : 0,468992 g
2. S_1 : 0,181294 g
3. S_{DS} : 0,55867 g
4. S_{D1} : 0,419194 g
5. T_L : 15 detik
6. KDS : D
7. Kelas Situs : SE (Tanah Lunak)
8. Tipe Struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Berdasarkan parameter perencanaan di atas tipe struktur menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).

2.4.2. Perencanaan Denah Rencana Awal

Sebelum perancangan dimulai, diperlukan sebuah denah gedung untuk menentukan dimensi awal pada elemen struktur, dalam contoh kasus kali ini penulis mengambil denah rencana pada lantai 2 untuk mewakili analisis:



Gambar. 2 Denah rencana gedung prodi kedokteran

2.4.3. Perencanaan Dimensi Awal

Batasan dimensi untuk balok SRPMK diatur di dalam SNI 2847-2019 pada pasal 18.6.2.1, dimana dimensi balok rencana harus memenuhi beberapa ketentuan yaitu:

1. Bentang bersih, $\ell_n \geq 4d$
2. Lebar penampang b_w diambil dari nilai terkecil dari $0,3h$ dan 250 mm
3. Proyeksi lebar balok yang melampaui lebar kolom penumpu tidak boleh melebihi nilai terkecil dari c_2 dan $0,75c_1$ pada masing-masing sisi kolom.

Dalam menentukan dimensi balok, dicoba dengan menggunakan pendekatan yang umum dilapangan untuk menentukan tinggi balok h ,

Untuk dimensi balok induk

$$h = \frac{1}{12} L_{balok} \quad (1)$$

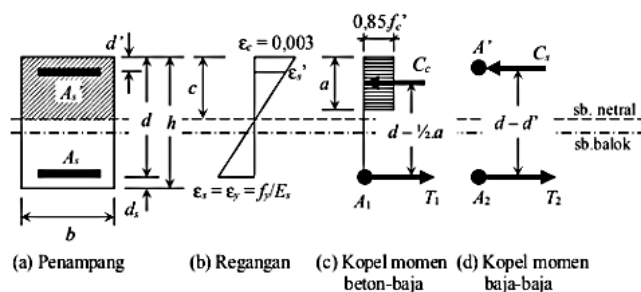
Untuk dimensi balok anak

$$h = \frac{1}{15} L_{balok} \quad (2)$$

Dimana Panjang bentang diambil dari nilai bentang terbesar. Sedangkan untuk lebar balok bisa diambil $0,3h - 0,6h$.

2.4.4. Analisis dan Perencanaan Tulangan Longitudinal Balok

menjelaskan konsep penulangan rangkap pada balok digunakan untuk mengetahui kekuatan balok dengan kondisi nyata dilapangan, sehingga perilaku balok baik liat atau getasnya dapat terlihat pada saat analisis (Priyosulistyo, 2021). Gambaran konsep analisis tersebut dapat dilihat pada gambar 3:



Gambar. 3 Diagram tegangan dan regangan balok tulangan rangkap

Sumber: Priyosulistyo, 2020

$$a_b = \beta_1 \frac{600d}{600 + f_y} \quad (3)$$

$$(C_c + C_s = T_s) \quad (4)$$

$$f_s' \leq f_y \text{ atau } f_s' \geq f_y \quad (5)$$

$$\varepsilon_s' = \frac{c - d'}{c} 0,003 \quad (6)$$

$$\varepsilon_s = \frac{d - c}{c} 0,003 \quad (7)$$

$$M_n = 0,85f_c'ba(d - 1/2 a) + A_s'f_s(d - d') \quad (8)$$

dimana :

- T_s = Kuat tarik baja tulangan (Nmm)
- C_c = Kuat tekan beton (Nmm)
- C_s = Kuat tekan baja tulangan tekan (Nmm)
- f_s' = Tegangan aktual baja tulangan tekan (MPa)
- f_y = Tegangan leleh baja tulangan (MPa)
- f_c' = Kuat tekan beton benda uji silinder (MPa)
- $\varepsilon_s' \& \varepsilon_s$ = Regangan baja tulangan tekan dan tarik
- c = Jarak garis netral ke serat terluar tekan (mm)
- β_1 = Koefisien blok tekan beton ekuivalen
- a = Tinggi blok tekan ekuivalen (mm)
- d' = Jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton (mm)
- d = Jarak antar titik berat tulangan tarik ke serat tekan terluar (mm)

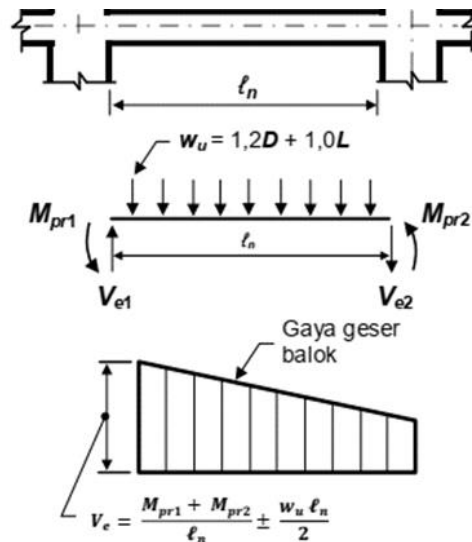
Batasan tulangan lentur untuk balok SRPMK diatur di dalam SNI 2847-2019 pasal 9.6, dengan luasan tulangan minimum pada balok harus diambil dari nilai terbesar dari persamaan 9 dan 10:

$$\frac{0,25\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w d \quad (9)$$

$$\frac{1,4}{f_y} b_w d \quad (10)$$

2.4.5. Analisis Tulangan Geser

Gaya geser desain pada balok sistem rangka pemikul momen khusus harus dihitung dari tinjauan gaya-gaya pada bagian balok diantara kedua muka *joint*. Momen-momen dengan tanda berlawanan yang berkaitan dengan kekuatan momen lentur maksimum yang mungkin terjadi (M_{pr}) (Lesmana, 2021). Pernyataan tersebut sesuai dengan SNI 2847-2019 pasal 18.6.5, jika diuraikan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Geser desain untuk balok

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2019b

Perancangan tulangan transversal pada balok mengacu pada SNI 2847-2019 pasal 22.5 seperti berikut:

$$V_n = V_c + V_s \quad (11)$$

$$V_u \leq \phi (V_c + 0,66\sqrt{f'_c}bd) \quad (12)$$

$$V_c = 0,17\lambda\sqrt{f'_c}b_w d \quad (13)$$

(Badan Standarisasi Nasional, 2019b) mengemukakan bahwa batasan spasi maksimum tulangan geser pada balok diatur seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Spasi maksimum tulangan geser

V_s	Maksimum s , mm		
		Balok nonprategang	Balok prategang
$\leq 0,33\sqrt{f'_c}b_w d$	Terkecil dari:	$d/2$	$3h/4$
$> 0,33\sqrt{f'_c}b_w d$	Terkecil dari:	$d/4$	$3h/4$

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2019b

2.4.6. Analisis Tulangan Torsi

Perencanaan tulangan torsi mengacu pada SNI 2847-2019 Pasal 22.7.6.1, sedangkan untuk dasar perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
A_{cp} &= b \times h \\
P_{cp} &= 2(b + h) \\
x_o &= b - 2c_c - d_s \\
y_o &= h - 2c_c - d_s \\
A_{oh} &= x_o \times y_o \\
A_o &= 0,85A_{oh} \\
P_h &= 2(x_o + y_o)
\end{aligned}$$

Pengaruh torsi dapat diabaikan jika ambang batas torsi $\Phi T_{cr}/4 \geq Tu$, dengan T_{cr} pada persamaan (14)

$$T_{cr} = 0,33\lambda\sqrt{f'c'} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad (14)$$

Pengecekan kecukupan dimensi penampang untuk torsi dengan persamaan (13)

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d} \right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1,7 A_{oh}^2} \right)^2} \leq \Phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0,66 \times \sqrt{f'c'} \right) \quad (15)$$

Tulangan torsi tambahan dihitung dengan persamaan (14)

$$A_t = \frac{A_t}{s} \times P_h \times \left(\frac{f_{yt}}{f_y} \right) \times \cot^2 \theta \quad (16)$$

Dimana :

- f_{yl} : Kuat leleh baja tulangan lentur
- f_{yt} : Kuat leleh baja tulangan torsi
- θ : Untuk beton nonprategang diambil 45°

untuk nilai A_t/s dapat dicari dengan menggunakan penurunan dari persamaan (15) dan (16)

$$T_n = \frac{2A_o A_t f_{yv}}{s} \cot \theta \rightarrow \frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{2A_o f_{yv} \cot \theta} \quad (17)$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_u}{\phi 2A_o f_{yv} \cot \theta} \quad (18)$$

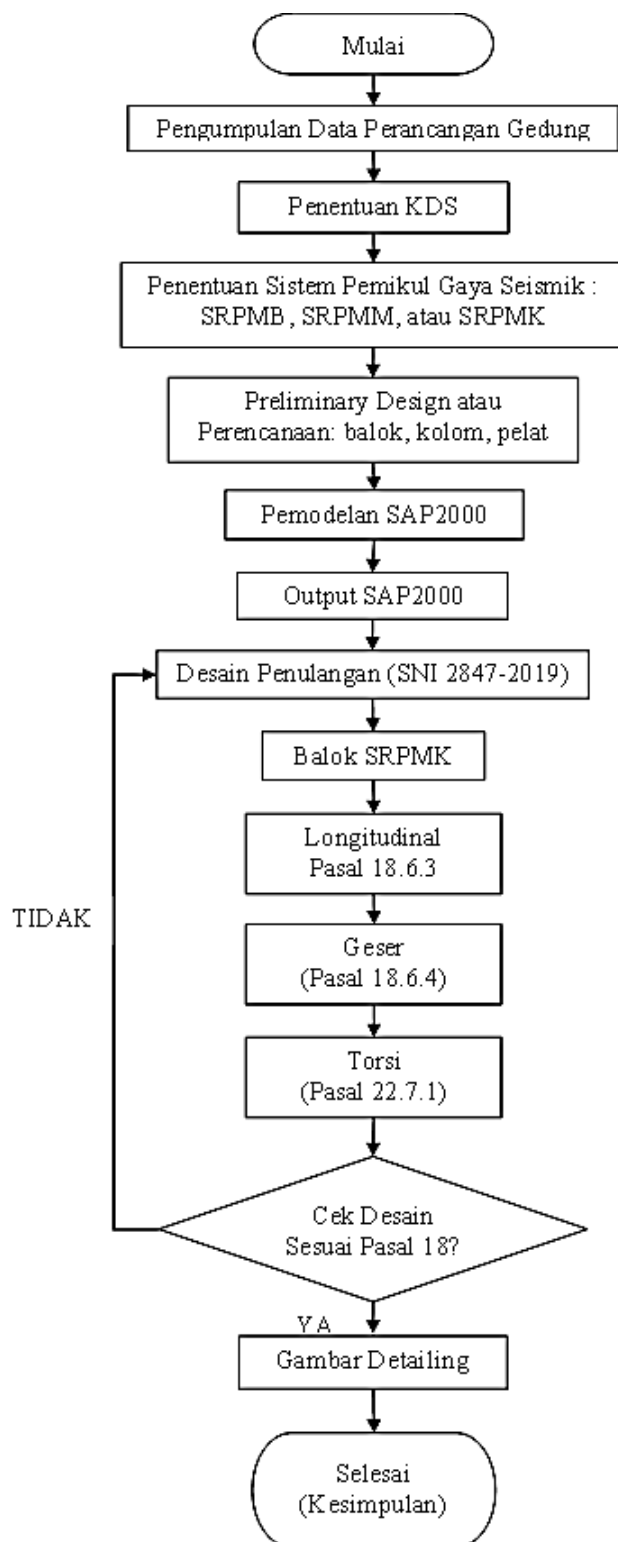
Dimana A_t/s tidak boleh kurang dari persamaan (17)

$$\frac{0,175b_w}{f_y} \quad (19)$$

Dan A_t tidak boleh kurang dari persamaan (18)

$$A_{l \min} = \left(\frac{0,42\sqrt{f'c'} A_{cp}}{f_{yl}} \right) - \left(\frac{A_t}{s} \right) \times P_h \quad (20)$$

2.5. Bagan Alir Perancangan Balok

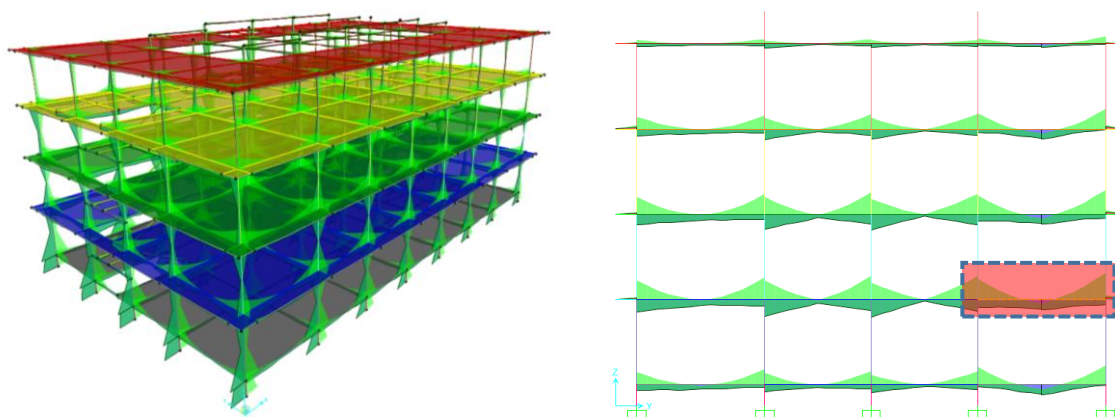


Gambar 5 Bagan alir perancangan struktur primer gedung

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Struktur

Analisis struktur dimodelkan menggunakan SAP2000 v22. Sampel balok yang diambil sebagai contoh adalah balok pada lantai 2 dengan mengambil output momen maksimum dan minimum. Adapun gambar model struktur dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Model analisis 3D dan *output momen envelope*

3.2. Hasil Desain Tulangan

Perancangan balok beton bertulang menggunakan mutu beton $f'_c = 24,06$ MPa, longitudinal dan torsi menggunakan mutu BJTS 420 dengan diameter 19 mm, dan transversal BJTS 280 dengan diameter 10 mm. dari analisis tulangan pada balok menghasilkan beberapa variasi atau tipe balok yang digunakan untuk perencanaan struktur gedung prodi kedokteran universitas borneo Tarakan. Hal tersebut disajikan pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4 Rencana penulangan balok induk

Lantai	Nama Komponen	Tul. Longitudinal		Tul. Transversal		Torsi
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	
1	SL (35/60)	BJTS-420		BJTS-280		BJTS-420
	Atas	5D19	4D19	4D10-100	4D10-200	2D19
	Bawah	4D19	4D19			
	B1 (35/60)	BJTS-420		BJTS-280		BJTS-420
All	Atas	9D19	5D19	4D10-100	4D10-200	2D19
	Bawah	5D19	5D19			
	B2 (35/55)	BJTS-420		BJTS-280		BJTS-420
	Atas	10D19	5D19	4D10-75	4D10-175	2D19
	Bawah	5D19	5D19			
	B3 (35/60)	BJTS-420		BJTS-280		BJTS-420
TF	Atas	10D19	5D19	4D10-75	4D10-100	2D19
	Bawah	5D19	7D19			
	RB (25/60)	BJTS-420		BJTS-280		BJTS-420
	Atas	3D19	2D19	2D10-100	2D10-200	2D19
	Bawah	2D19	3D19			

Tabel 5 Rencana penulangan balok anak

Lantai	Nama Komponen	Tul. Longitudinal		Tul. Transversal		Torsi
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	
All	BA1 (25/40)	BJTS-420		BJTS-280		BJTS-420
	Atas	5D19	2D19	2D10-100	2D10-125	2D10

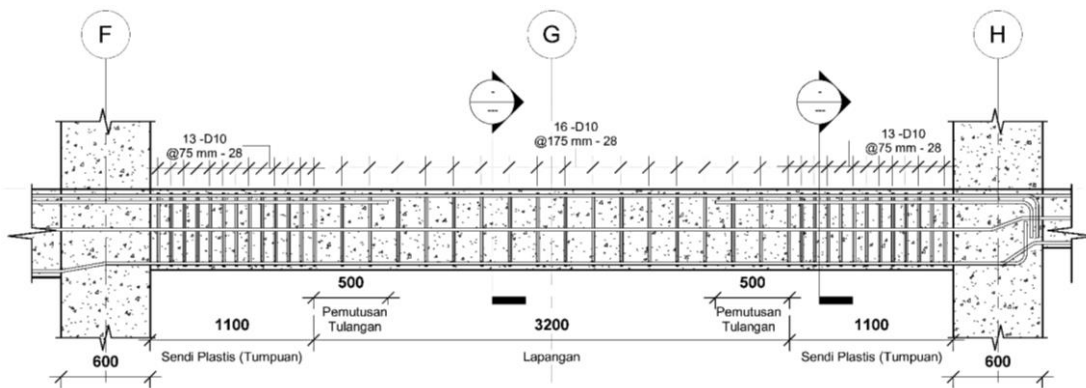
Lantai	Nama Komponen	Tul. Longitudinal		Tul. Transversal		Torsi
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	
TF	Bawah	2D19	3D19			
	BA2 (20/40)	BJTS-420		BJTS-280		BJTS-420
	Atas	2D19	2D19	2D10-100	2D10-150	2D10
	Bawah	2D19	2D19			
	BB (25/40)	BJTS-420		BJTS-280		BJTS-420
	Atas	5D19	2D19	2D10-75	2D10-150	2D19
	Bawah	2D19	2D19			
	BK (25/40)	BJTS-420		BJTS-280		BJTS-420
	Atas	3D19	3D19	2D10-100	2D10-150	2D19
	Bawah	2D19	2D19			

3.3. Gambar Detailing Penulangan Balok

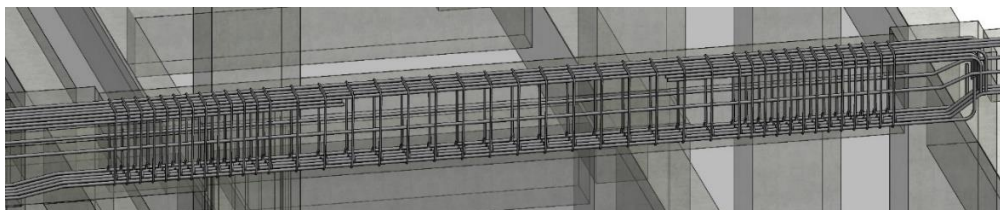
Gambar detailing penulangan pada balok mengambil salah satu sampel desain baik pada balok induk dan balok anak. Adapun gambar detailing balok induk dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 9.

Tabel 6 Rencana penulangan balok induk

KETERANGAN	TUMPUAN		Lapangan	
Nama Komponen	B2		B2	
Jenis	Balok Utama		Balok Utama	
Dimensi	350 / 550		350 / 550	
Tul. Utama Atas	10D19		5D19	
Tul. Utama Bawah	2D19		5D19	
Tul. Sengkang	4D10-75		4D10-175	
Tul. Torsi	2D19		2D19	
Mutu Tulangan Pokok	BJTS-420		BJTS-420	
Mutu Tulangan Sengkang	BJTS-280		BJTS-280	
Selimit Beton	40 mm		40 mm	
Mutu Beton	K-300 (f_c 24,06)		K-300 (f_c 24,06)	



Gambar 7 Detailing memanjang penulangan balok induk

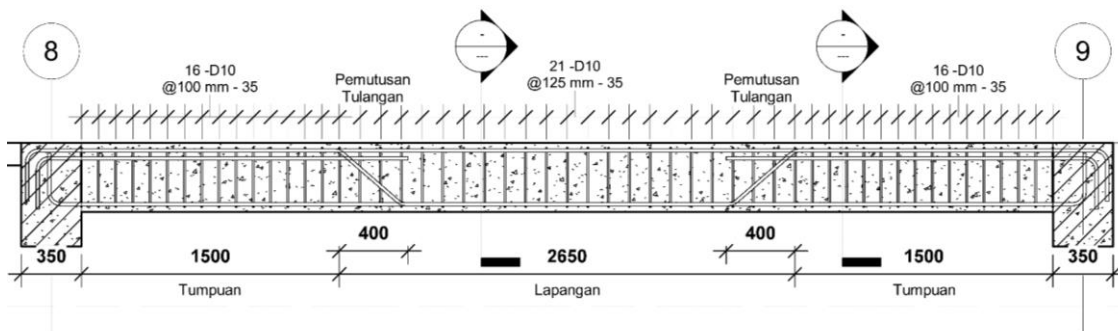


Gambar 8 Ilustrasi 3D detailing memanjang penulangan balok induk

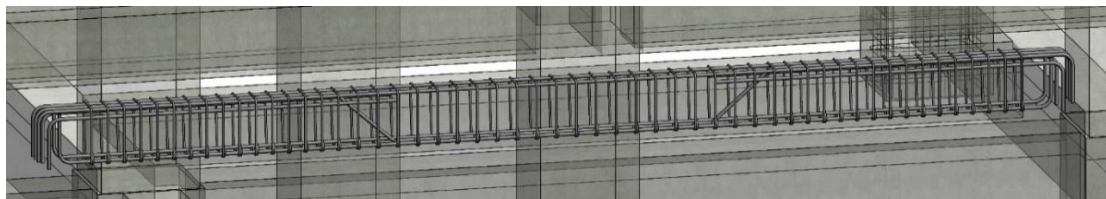
Selanjutnya rekapitulasi detail penulangan pada balok anak hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7 & Gambar 10.

Tabel 7 Rencana penulangan balok anak

KETERANGAN	TUMPUAN	Lapangan
Nama Komponen	BA1	BA1
Jenis	Balok Anak	Balok Anak
Dimensi	250 / 400	250 / 400
Tul. Utama Atas	5D19	2D19
Tul. Utama Bawah	2D19	3D19
Tul. Sengkang	2D10-100	2D10-125
Tul. Torsi	2D10	2D10
Mutu Tulangan Pokok	BJTS-420	BJTS-420
Mutu Tulangan Sengkang	BJTS-280	BJTS-280
Selimit Beton	40 mm	40 mm
Mutu Beton	K-300 (f_c 24,06)	K-300 (f_c 24,06)



Gambar 9 Detailing memanjang penulangan balok anak



Gambar 10 Detailing penulangan balok anak

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari desain balok pada struktur beton bertulang gedung prodi kedokteran universitas borneo Tarakan, diperoleh :

- 1) Pada balok utama, tulangan longitudinal didesain dengan tulangan rangkap menggunakan besi ulir berdiameter 19 mm, dan tulangan geser didesain dengan sengkang 4 kaki menggunakan besi ulir berdiameter 10 mm. Pendetailan untuk panjang minimal daerah sendi plastis diambil sepanjang 1,2 m, dengan panjang pemutusan tulangan minimal 0,5 m dan sambungan lewatan minimal 1,3 m.
- 2) Pada balok anak dan balok pendukung lainnya, tulangan longitudinal didesain dengan tulangan rangkap menggunakan besi ulir berdiameter 19 mm, dan tulangan geser didesain dengan sengkang 2 kaki menggunakan besi ulir berdiameter 10 mm.

DAFTAR PUSTAKA

Albertini, I. R., Sulistyorini, D., & Galuh, D. L. (2021). Analisis Struktur Gedung Kampus 8 Lantai Lantai di Yogyakarta Menggunakan SNI 1726:2019 dan 1727:2020. *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*, 1-12.

- Badan Standarisasi Nasional. (2019a). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019b). *SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait*. Jakarta: BSN.
- Lesmana, Y. (2021). *Hadnbook Analisa dan Desain Struktur Tahan Gempa Beton Bertulang (SRPMB, SRPMM & SRPMK) Berdasarkan SNI 2847-2019 & 1726-2019*. Yogyakarta: Nas Media Pustaka.
- Prasetya, N. A., Hernadi, A., & Nugroho, A. (2021). Studi Komparasi Perancangan Balok Struktural Berdasarkan SNI 2847-2002, SNI 2847-2013 Dan SNI 2847-2019. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), 294-306.
- Priyosulistyo, H. (2020). *Perancangan dan Analisis Struktur Beton Bertulang I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.