

Redesign Struktur Gedung Beton Bertulang Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Dengan Menggunakan Balok T (Studi kasus : Gedung Perkuliahan Fakultas Hukum)

Baehaki¹, Woelandari Fathonah², M Mufti Ghiffari A³

¹²³ Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Email : baehaki@untirta.ac.id

INTISARI

Gedung Fakultas Hukum UNTIRTA merupakan gedung baru yang bertempat di Desa Sindangsari, Kecamatan Pabuaran, Kabupaten Serang. Berdasarkan *Detail Engineering Design* (DED) yang didapat dari UNTIRTA selaku *owner*, pembangunan gedung Fakultas Hukum UNTIRTA menggunakan perencanaan balok persegi, sehingga penulis mencoba merencanakan ulang gedung tersebut menggunakan balok T agar lebih efisien dan efektif pada saat pengecoran.

Penelitian ini membahas tentang perencanaan struktur beton bertulang SRPMK yang meliputi tiga elemen struktur utama yaitu balok T, kolom dan *joint*, dengan jumlah bangunan 5 lantai pada lokasi gempa di Sindangsari Kabupaten Serang Provinsi Banten. Pemodelan 3D dilakukan pada program ETABS v 9.7. Pembebanan meliputi beban gravitasi dan beban lateral sesuai dengan SNI 1726 2012. Struktur bangunan dianalisis berdasarkan nilai simpangan, perilaku struktur, *p-delta* dan torsi.

Hasil penelitian ini menunjukkan pada dimensi kolom utama 600 mm x 600 mm, balok T utama 300 mm x 700 mm dengan lebar efektif 2000 mm, struktur gedung sudah mampu memikul beban gravitasi dan beban lateral sesuai dengan SNI 1726 2012. Simpangan maksimum yang terjadi yaitu sebesar 50,66 mm (akibat respon spektrum) dan 45,87 mm (akibat statik ekuivalen), translasi tanpa mengalami torsi terjadi pada mode 1 dan 2, dan gaya geser dasar yang terjadi sebesar 2641,22 kN (akibat statik ekuivalen) dan 2239,34 kN (akibat respon spektrum).

Kata kunci: Struktur beton bertulang, balok T, SRPMK, simpangan, torsi.

ABSTRACT

The Law Faculty Bulding of UNTIRTA is a new building located at Desa Sindangsari Kecamatan Pabuaran Kabupaten Serang. Based on the Detail Engineering Design (DED), construction Faculty of law UNTIRTA using the planning rectangular beams, so the writers try to the building was redesign to use T beam to make it more efficient and effective.

This research disscusses design of reinforced concrete structures SRPMK which includes three main structural elements, which are T - beams, columns and joint with 5-story building located in Desa Sindangsari Kecamatan Pabuaran Kabupaten Serang. 3D modeling with program ETABS V 9.7. The loads that included are gravity loads and lateral load based on SNI 1726 2012. The building structure is analyzed against story drift, p-delta and torsion.

The results of this research showed on the main column dimensions 600 mm x 600 mm, T beams 300 mm x 700 mm with effective flens 2000 mm, the structure of the building is already capable of shouldering the burden of gravity and lateral loads in accordance with SNI 1726 2012. Maximum story drift that occurs is 50,66 mm (due to response spectrum load) and 45,87 mm (due to static ekuivalent force), translation without rotation occurs in mode 1 and 2, and base shear force that occur at 2641,22 kN (due to statik ekuialent force) amd 2239,34 kN (due to response spectrum load).

Keywords: *ReDesign of reinforced concrete structures, SRPMK, T- beams, story drift, torsion*

1. PENDAHULUAN

UNTIRTA merupakan kampus negeri satu – satunya yang terletak di Provinsi Banten. Untuk terciptanya suatu kampus yang ideal dan layak nya kampus negeri pada umumnya dan mengingat kapasitas mahasiswa yang semakin banyak, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa akan merencanakan penambahan gedung perkuliahan/kampus baru yang bertempat di Desa Sindangsari, Kec. Pabuaran, Kab.Serang. Dilansir dari www.untirta.ac.id pada tahun 2014 dibuat Master Plan Pembangunan UNTIRTA di Sindangsari kecamatan Pabuaran Kabupaten Serang kemudian berkomunikasi dengan Kemenristek Dikti dan berkat dukungan kolega , pada tahun 2015 dibuka kembali tawaran pinjaman luar negeri dari *Islamic Development Bank* (IDB). Pada tahun 2016 , pihak IDB menandatangani MoU dengan pihak kampus UNTIRTA. *Output* proyek yang dibiayai meliputi 11 unit gedung , yaitu untuk 4 fakultas yang terdiri dari fakultas hukum , fakultas pertanian, fakultas ilmu social dan ilmu politik, fakultas ekonomi dan bisnis serta fasilitas lainnya.

Perencanaan struktur gedung pada umumnya meliputi perencanaan plat, kolom, joint, pondasi dan komponen lainnya terutama balok. Pada balok terdapat beberapa jenis perencanaan sesuai dengan bentuk penampangnya, diantaranya yang sering digunakan pada perencanaan adalah balok persegi dan balok T. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Johan Oberlyn Simanjuntak dan Tiurma Elita Saragi (2016) secara teoritis didapati bahwa dengan luas penampang yang sama, luas tulangan yang sama, mutu beton dan mutu baja yang sama diperoleh momen nominal Balok T lebih besar dari Balok Persegi dengan persentase sekitar 7,89 % sampai 12,82 %.

Pembangunan Gedung Pendidikan harus sesuai dengan Standar Nasional

Indonesia demi menjaga keamanan dan nyaman gedung. Pembangunan gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang berlokasi di Sindang Sari Kabupaten Serang Provinsi Banten menggunakan perencanaan balok persegi sehingga penulis mencoba merencanakan ulang gedung tersebut menggunakan perencanaan balok T agar lebih efisien dan efektif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Momen Nominal

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Johan Oberlyn Simanjuntak dan Tiurma Elita Saragi (2016) dengan judul “Perbandingan kekuatan balok persegi dan balok T dengan luas penampang dan luas tulangan yang sama”[2]. Secara teoritis didapati bahwa dengan luas penampang yang sama, luas tulangan yang sama, mutu beton dan mutu baja yang sama diperoleh momen nominal Balok T lebih besar dari Balok Persegi. Perbedaan momen nominal Antara balok T dan balok persegi diakibatkan oleh ;

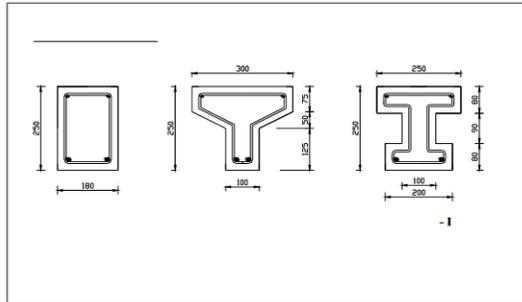
- Lebar balok hanya mempengaruhi gaya pada tekan beton atau dengan kata lain lebar balok diperhitungkan ikut memikul beban diatas garis netral.
- Perbedaan tinggi blok tekan beton ekuivalen pada balok T yang memiliki dimensi yang lebih besar dari persegi.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Johan Oberlyn Simanjuntak dan Tiurma Elita Saragi (2016) diperoleh hasil bahwa balok T memiliki momen nominal yang lebih besar dari balok persegi persentase 7,89% sampai 12 %.

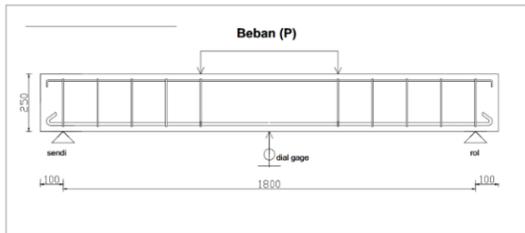
2.2 Kekuatan dan Lendutan

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Vera A. Noorhidana dan Suirna Juarnisa Syahland (2016) dengan judul “Kajian eskperimental bentuk penampang

balok terhadap beban maksimum dan kekakuan balok beton bertulang”[1]. Untuk lebih jelas bisa di lihat pada gambar dibawah ini :

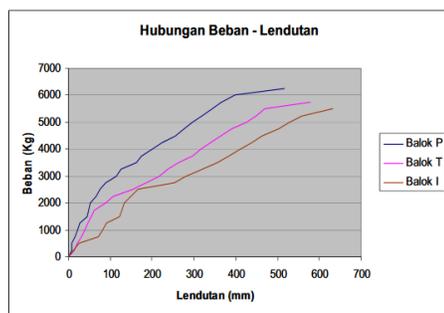


Gambar 1 Detailing Penampang Balok (Sumber : Vera A. Noorhidana dan Suirna Juarnisa Syahland (2016))



Gambar 2 Detail balok uji dan pengujiannya (Sumber : Vera A. Noorhidana dan Suirna Juarnisa Syahland (2016))

Hasil dari pengujian balok beton bertulang, baik BP, BT, maupun BI ditampilkan dalam Gambar dibawah ini:



Gambar 3 Lendutan Yang Terjadi (Sumber : Vera A. Noorhidana dan Suirna Juarnisa Syahland (2016))

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian



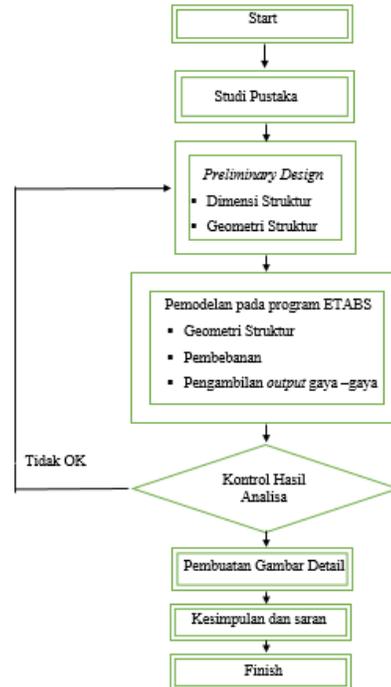
Gambar 4 Lokasi Penelitian (Sumber : Google Maps, 2019)

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian ini adalah :

- a. Pengumpulan data
- b. Studi pustaka
- c. Preliminary Design
- d. Analisis pembebanan
- e. Pemodelan Struktur 3 Dimensi
- f. Melakukan kontrol analisa struktur
- g. Hasil Analisis
- h. Kesimpulan dan saran

3.3 Alur Penelitian



Gambar 5 Alur Penelitian (Sumber : Hasil analisis Penulis, 2019)

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Bangunan Fakultas Hukum

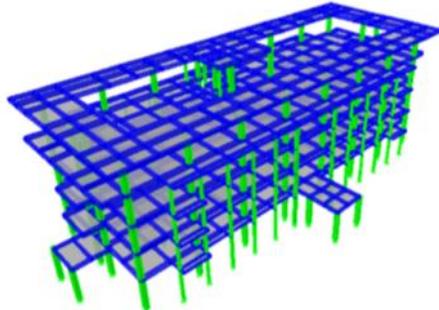
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Sindangsari dengan fungsi bangunan sebagai gedung perkuliahan terdiri dari 4 lantai dengan tinggi 21,7 meter, panjang bangunan 66 meter dan lebar bangunan 30,4 serta luasnya sekitar ±2336,4 m².

4.2 Analisis pembebanan

Perencanaan pembebanan statis yang dilakukan pada Gedung Fakultas Hukum Universitas Sultan Ageng Tirtayasa ini mengacu pada PPPURG (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung) 1987. Mutu beton yang digunakan pada gedung Fakultas Hukum ini adalah F[']c 25.

4.3 Pemodelan Struktur

Dalam pemodelan struktur data yang dibutuhkan untuk melakukan pemodelan pada software Etabs diantaranya yaitu denah kolom, balok dan plat Gedung Kampus Baru Fakultas Hukum. Hasil pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan software Etabs setelah memasukkan input dimensi balok, kolom, dan juga plat dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 6 Model 3D Gedung
(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

4.4 Analisis Portal

- a. Data Teknis
 - 1. Alamat Gedung :Sindangsari
 - 2. Fungsi Gedung :Fasilitas Perkuliahan
 - 3. Jenis Tanah :Tanah Keras (SC)

4. Hasil Penyelidikan SPT (Standard Penetration Test)

Data boring yang digunakan dalam proses analisis adalah BH-6 dan BH-7. Berdasarkan data borlog yang didapatkan pada BH-6 muka air tanah terletak pada kedalaman 10 m, sedangkan pada BH-7 muka air tanah terletak pada kedalaman 12 m. Pada BH-6 tanah keras berada pada kedalaman 6 meter (dengan batasan nilai NSPT >60), sedangkan pada BH-7 tanah keras berada pada kedalaman 2 meter (dengan Batasan nilai N-SPT >60). Berdasarkan dari data hasil penyelidikan lapangan dengan menggunakan SPT (Standard Penetration Test) didapatkan data nilai N-SPT dan jenis tanah dasar seperti pada Tabel 2 dan Tabel 3 berikut ini:

Tabel 1 Data Hasil Pengujian SPT Pada Titik BH-6

Kedalaman (m)	Jenis Tanah Dasar	N-SPT
0 – 2,00	Lempung pasiran muda sedang	28
2,00 – 4,00	Pasir kasar coklat padat	28-50
4,00 – 8,00	Pasir kasar abu – abu Padat	50-60
8,50 – 16,00	Pasir kuarsa abu – abu kombinasi putih padat	>60
16,00 – 20,0	Pasir kasar abu – abu padat	>60

(Sumber : UNTIRTA,2019)

Tabel 2 Data Hasil Pengujian SPT Pada Titik BH-7

Kedalaman (m)	Jenis Tanah Dasar	N-SPT
0 – 2,00	Lempung abu – abu padat	>60
2,00 – 4,00	Pasir kasar abu – abu padat	>60
4,00 – 12,00	Pasir kasar abu – abu bitnik putih padat	>60
12,00 – 20,0	Pasir kasar abu – abu padat kasar	>60

(Sumber : UNTIRTA,2019)

- 5. Tinggi Bangunan :21.7 m
- 6. Mutu beton (f'c) :25 Mpa
- 7. Mutu Baja Tulangan ≤ 13mm,fy:240 Mpa
- 8. Mutu Baja Tulangan >13mm,fy:400 MPa.

b. Hasil Analisis

1. Simpangan akibat Respon Spektrum



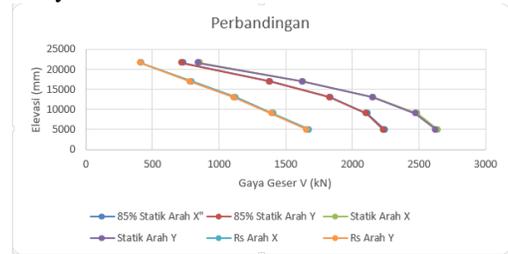
Gambar 7. Grafik Simpangan akibat respon spectrum (Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

2. Simpangan akibat Statik



Gambar 8. Grafik Simpangan Statik (Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

3. Gaya Geser

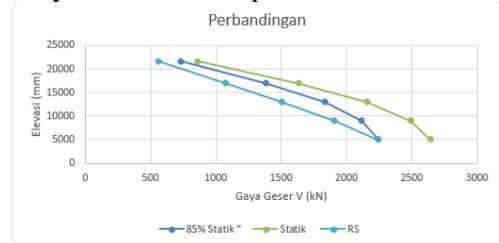


Gambar 9. Gaya Geser Yang Terjadi (Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

Gaya geser yang didapatkan dari hasil analisa respon spektrum minimum adalah 85% dari gaya geser dasar yang dihitung berdasarkan cara statik ekuivalen, maka skala factor harus di ubah :

- Arah x
- 0,85 V static = 2245,037 Kn
- V Dinamik = 1677,32 Kn
- SF = 0,85 V static / V dinamik = 1,338
- Faktor skala awal= 1,8394
- Setelah perubahan = 1,8394 x 1,338 = 2,462
- Arah y
- 0,85 V static = 2232,746 Kn
- V Dinamik = 1659,71 Kn
- SF = 0,85 V static / V dinamik = 1,345
- Faktor skala awal = 1,8394
- Setelah perubahan =1,8394 x 1,345 = 2,474

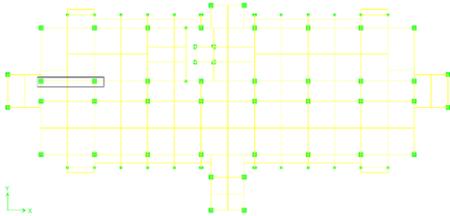
Gaya Geser setelah perubahan SF :



Gambar 10. Gaya Geser Setelah Perubahan SF (Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

4.5 Analisis Balok

Perancangan balok induk yang ditinjau memiliki dimensi 700 mm dan 300 mm dengan bentang 8 meter. Analisis perancangannya menggunakan balok tampang T dengan b efektif sebesar 2 m. Momen maksimum diambil dari daerah tumpuan dan lapangan, masing-masing ditinjau untuk momen negatif dan positif berdasarkan output kombinasi *envelope* dari program ETABS v9.7. Tinjauan perancangan balok meliputi penulangan longitudinal, geser dan torsi.



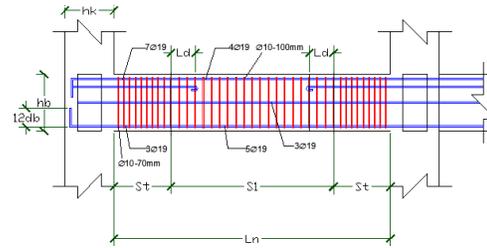
Gambar 11. Balok yang ditinjau (Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

Berdasarkan hasil dari analisis tulangan yang di dapat dari balok B1 dengan dimensi 300 mm x 700 mm dan $B_e = 2000$ mm dan tebal sayap $h_f = 120$ mm, bisa di lihat tabel 3.

Tabel 3 . Rekapitulasi tulangan pada Balok B1

Notasi	B1	B1
Gambar		
Lokasi	Tumpuan	Lapangan
Tul.Atas	7D19	4D19
Tul.Bawah	3D19	5D19
Senggang	3D10-70	2D10-100
Torsi	2D10	2D10
Dimensi	300 x 700 mm	300 x 700 mm
Bf	2000 mm	2000 mm

(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)



Gambar 12. Penampang memanjang Balok (Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

Keterangan :

- hb = tinggi balok = 700 mm,
- hk = lebar kolom = 600 mm,
- Ld = panjang penyaluran balok = 300 mm
- St = Senggang terutup ($s = 70$ mm)
- S1 = Panjang senggang lapangan ($s = 100$)
- Ln = Panjang bersih balok

Tabel 4 . Rekapitulasi Tulangan Balok Existing dan Balok T Interior

Tipe Balok	Existing				Balok T Interior				
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3A	B3B	
Tumpuan	Atas	8D22	6D22	6D22	4D19	7D19	5D19	6D19	4D19
	Bawah	4D22	3D22	3D22	2D19	3D19	3D19	3D19	3D19
Lapangan	Atas	4D22	3D22	3D22	2D19	4D19	3D19	3D19	3D19
	Bawah	8D22	6D22	6D22	4D19	3D19	3D19	3D19	3D19
Tulangan Geser	Tumpuan	3D-100	3D-75	2D-100	2D-100	3D-70	2D-70	2D-70	
	Lapangan	3D-150	3D-75	2D-150	2D-150	2D-100	2D-100	2D-100	
Tulangan Torsi		4D13	4D13		2D10	2D10	2D10	2D10	
Rasio (%)		4,63	3,63	3,83	5	2,68	2,09	2,5	2,24
Lendutan (mm)		-	-	-	6,92	2,74	2,15	7,36	
Berat 1 gedung (kg)	61971,29	9188,6	662,271	56862,91	21885,38	4022,775	3247,548	360,8387	

(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

Tabel 5. Rekapitulasi Tulangan Balok Existing dan Balok T Exterior

Tipe Balok	Existing				Balok T Exterior					
	B1	B2	B3	B4	B1T	B1L	B2T	B4T	B4L	
Tumpuan	Atas	8D22	6D22	6D22	4D19	7D19	5D19	5D19	3D13	5D13
	Bawah	4D22	3D22	3D22	2D19	3D19	3D19	3D19	3D13	3D13
Lapangan	Atas	4D22	3D22	3D22	2D19	3D19	3D19	3D19	3D13	3D13
	Bawah	8D22	6D22	6D22	4D19	3D19	4D19	3D19	3D13	3D13
Tulangan Geser	Tumpuan	3D-100	3D-75	2D-100	2D-100	2D-70	2D-70	2D-70	2D-70	
	Lapangan	3D-150	3D-75	2D-150	2D-150	2D-100	2D-100	2D-100	2D-100	
Tulangan Torsi		4D13	4D13		2D10	2D10	2D10	2D10	2D10	
Rasio (%)		4,63	3,63	3,83	5	2,28	2,14	2,05	2,64	3,2
Lendutan (mm)		-	-	-	8,28	2,07	2,41	2,07	3,89	
Berat 1 gedung (kg)	61971,29	9188,6	662,271	56862,91	10996,6	2066,27	1321,34	818,10	2574,1	

(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

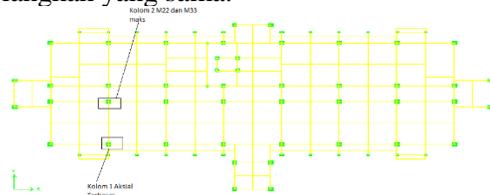
Tabel 6. Rekapitulasi Tulangan Balok *Existing* dan Balok desain

Tipe Balok	Existing			Desain		
	B3	B6	BA	B3	B6	BA
Tumpuan	Atas	6D22	2D19	4D22	4D19	3D13
	Bawah	3D22	2D19	4D22	3D19	3D13
Lapangan	Atas	3D22	2D19	4D22	3D19	3D13
	Bawah	6D22	2D19	4D22	3D19	3D13
Tulangan Geser	Tumpuan	2D-100	2D-100	2D-100	2D-70	2D-70
	Lapangan	2D-150	2D-150	2D-150	2D-100	2D-100
	Tulangan Torsi			2D10	2D10	2D10
Rasio (%)	3,87	4,5834	4,1455	2,24	3,71	1,82

(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

4.6 Analisis Kolom

Perancangan kolom meliputi analisis penulangan vertikal dan horizontal beserta diagram interaksi uniaksial dan biaxial terhadap gaya aksial dan momen maksimum pada kolom yang diperoleh dari program ETABS v9.7. Momen yang diambil didapat dari kombinasi envelope dan ditinjau untuk arah x dan y. Analisis perancangan kolom juga meninjau perancangan kolom kuat-balok lemah, indeks kestabilan dan menentukan jenis kolom yang ditinjau. Kolom yang dirancang harus memenuhi faktor keamanan serta kenyamanan. Untuk perhitungan semua jenis dimensi lainnya tidak dilakukan pembahasan, namun dalam analisis tetap menggunakan cara dan langkah yang sama.



Gambar 13. Kolom yang ditinjau (Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

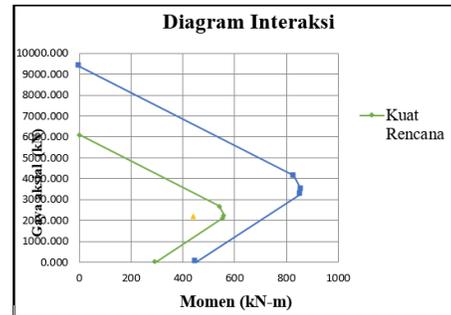
a. Diagram Interaksi

Berdasarkan hasil dari analisis bisa dilihat tabel di bawah :

Tabel 7. Gaya aksial dan momen nominal pada kolom

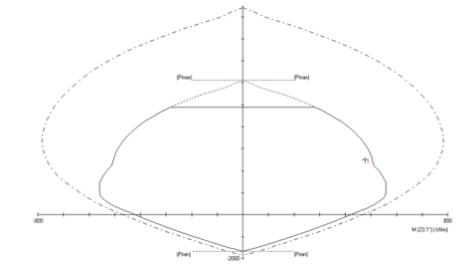
No	Tinjauan	Kuat Nominal	
		Aksial (Y)	Momen (X)
1	Sentris	9376,8273	0
2	Tekan	4137,893	829,252
3	Seimbang	3462,498	858,310
4	Tarik	3248,210	852,713
5	P = 0	0	449,94

(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)



Gambar 14. Diagram Interaksi kolom yang ditinjau

(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)



Gambar 15. Diagram Interaksi kolom biaxial menggunakan spColumn

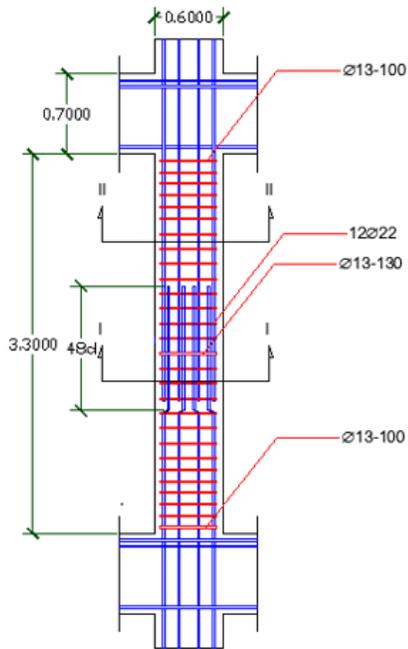
(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

b. Tulangan Kolom

Tabel 8. Rekapitulasi tulangan pada Kolom K1

Notasi	K-1	K-1
Gambar		
Letak	Tumpuan	Lapangan
Dimensi	600 x 600	600 x 600
Tulangan	12D22	12D22
Sengkang	3D13 – 100	3D13 – 130

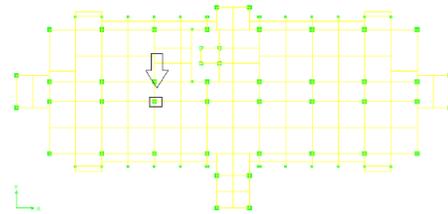
(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)



Gambar 16. Penampang Melintang Kolom
(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

4.7 Analisis Joint

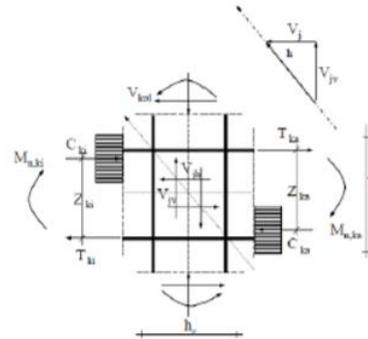
Joint merupakan hubungan antara balok dan kolom, joint menerima sumbangan momen akibat beban gempa dan gaya-gaya dalam pada kolom dan balok, sehingga tulangan vertikal dan horizontalnya harus mampu menahan beban-beban yang ada. Analisis perancangan joint meliputi perencanaan dimensi joint (A_j), analisis penulangan vertikal dan horizontal. Joint yang ditinjau merupakan joint interior dengan sumbangan momen balok maksimum dan beban aksial maksimum (dari kolom) sebagaimana dijelaskan dengan gambar di bawah ini :



Gambar 17. Joint yang ditinjau
(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)

a. Gaya Yang Bekerja Pada Joint
SNI 2847 2013 Pasal 21.7.2.1.

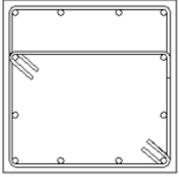
Gaya-gaya pada tulangan balok longitudinal di muka joint harus ditentukan dengan mengasumsikan bahwa tegangan pada tulangan tarik harus ditentukan dengan mengasumsikan bahwa tegangan pada tulangan tarik lentur adalah $1,25f_y$. Pada kasus ini terdapat empat balok yang berhadapan sehingga tegangan balok tersebut perlu dipertimbangkan dalam perhitungan gaya geser.



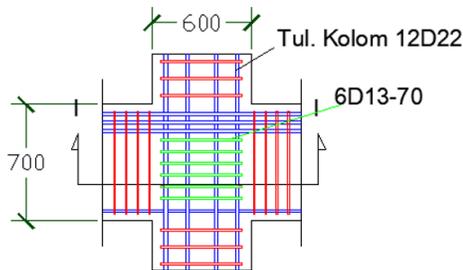
Gambar 18. Gaya yang bekerja pada Joint
(Sumber :Modul Struktur beton II)

b. Tulangan Joint

Tabel 9. Rekapitulasi tulangan pada Joint

Notasi	POTONGAN I-I
Gambar	
Letak	Tumpuan
Dimensi	600 x 600
Tulangan	12D22
Sengkang	6D13 – 70

(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019)



Gambar 19. *Detailing Tulangan Joint*
(Sumber : Hasil analisis Penulis,2019).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Dari hasil penelitian menunjukkan dengan dimensi kolom yang ditinjau 600 mm x 600 mm, balok T yang ditinjau 300 mm x 700 mm dengan Bf 2000 mm, struktur gedung sudah mampu memikul beban gravitasi dan horizontal sesuai dengan faktor keamanan dan kenyamanan (simpangan, p delta dan torsi).
- Didapatkan penulangan untuk elemen balok yang ditinjau :
 - Tulangan utama tumpuan : 7D19 (atas), 4D19 (bawah)
 - Tulangan utama lapangan : 3D19 (atas), 5D19 (bawah)
 - Tulangan geser tumpuan : 3D10 – 70 mm
 - Tulangan geser lapangan : 2D10 – 100 mm

- Tulangan torsi : 2D10
- Didapatkan penulangan untuk elemen kolom yang ditinjau :
 - Tulangan utama : 12D22 (Rasio tulangan $\rho = 1.29 \%$)
 - Tulangan geser tumpuan : 3D13 – 100 mm
 - Tulangan geser lapangan : 3D13 – 130 mm
 - Didapatkan penulangan untuk elemen joint :
 - Tulangan horizontal : 6D13 – 70 mm.

5.2 Saran

- Hendaknya tidak melakukan penambahan tingkatan pada gedung ini dikarenakan akan berdampak sangat signifikan pada kekutanannya strukturnya.
- Untuk perencanaan gedung KDS D (SRPMK) dengan menggunakan balok T hendaknya dilakukan *preliminary design* dengan teliti agar didapatkan dimensi yang efektif dan tidak boros.
- Untuk wilayah Indonesia dalam perencanaan struktur gedung hendaknya menggunakan SNI terbaru sebab seharusnya dalam perancangan bangunan diperlukan penggunaan terhadap persyaratan maupun peraturan yang terbaru agar gedung dapat sesuai dengan kondisi terkini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Noorhidana, Vera, “Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Penampang Balok Terhadap Beban Maksimum Dan Kekakuan Balok Beton Bertulang”, 2016 .
- Oberlyn, Johan, “Perbandingan Kekuatan Balok Persegi Dan Balok T Dengan Luas Penampang Dan Luas Tulangan Yang Sama”, 2016.
- Fitria, Nurlaela, “Perencanaan Struktur Beton Bertulang Dulal System Dengan Kategori Desain Seismik D Menggunakan Metode

- Time History Analysis Sesuai Peraturan Sni 1726 2012 Dan Sni 2847 2013” 2016.
- [4] Prihatmoko, Amdhan, “Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Srpmk) Dan Sistem Rangka Pemikul Momen”, 2012 MENENGAH (SRPMM)
- [5] Subhan, Fajar Diantos, “Perencanaan Stuktur Beton Bertulang SRPMK dengan Kategori Desain Seismik D Sesuai dengan Peraturan SNI 1726 2012 dan SNI 2847 2013” ,2015.
- [6] Asroni, Ali, “*Kolom Pondasi dan Balok T beton bertulang*”. Jakarta : 2010
- [7] Asroni, Ali, “*Balok dan Pelat Beton Bertulang*”. Jakarta : 2010
- [8] Buku “*Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*”. Jakarta : 1987.
- [9] Departemen Pekerjaan Umum, “*SNI-03-2847-2013 Persyaratan beton struktural untuk gedung*”. Jakarta : 2013.
- [10] Departemen Pekerjaan Umum, “*SNI 1726 2012 Tata cara perencanaan struktur ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*”. Jakarta : 2012.
- [11] Purwono, Rachmat, , “*Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa,*”. Surabaya : 2005.
- [12] Priyosulistyo, H, “*Struktur Beton Bertulang 1*”. BIRO PENERBIT, Yogyakarta : 2010