

Perancangan Struktur Bangunan 12 Lantai Menggunakan SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012

Hakas Prayuda^{1,*}, Taufiq Ilham Maulana¹, Arma Rizal Riyandar¹, Eri Putra Siswantoro¹

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta¹

Koresponden*, Email: hakasprayuda@umy.ac.id

Info Artikel	Abstract
Diajukan	<i>Building used to by human as place to perform various activities such as social activities, religious activities, business activities, business and other activities. Therefore, designing the building should pay attention to several aspects such as the aspects of safety, security, and comfort. Another thing that must be considered in designing the building that must be guided by the new rules or the latest standards that used in Indonesia. Lafayette Hotel Building is one of the buildings that is possible still use the old rules, therefore in this research will be redesigned the hotel building using the new regulations that is SNI 2847: 2013 and SNI 1726: 2012. The results of the redesign that has been done will be compared with the previous design. There are several changes, 83,33 % change in the beam reinforcement, 54,55 % change column reinforcement, 128 % change of beam dimension, and 75% change column dimension. Increased needs of reinforcement and dimensions due to the requirements related to the Special Moment Frame System (SRPMK) as well as SNI 2847: 2013</i>
Diperbaiki	
Disetujui	

Keywords: Building, redesign, SRPMK, new regulation

Abstrak

Bangunan gedung memiliki fungsi yang sangat penting dalam kehidupan manusia untuk melakukan berbagai aktivitas dan kegiatan, baik berupa kegiatan sosial, kegiatan bisnis, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, dan kegiatan lainnya. Maka dari itu dalam merencanakan struktur bangunan gedung harus memperhatikan beberapa aspek yaitu aspek keselamatan, keamanan, dan kenyamanan. Hal lain yang harus diperhatikan dalam merencanakan bangunan gedung yaitu harus berpedoman pada peraturan atau standar terbaru yang berlaku di Indonesia. Salah satu peraturan terbaru yaitu SNI 2847-2013 dan SNI 1726-2012. Gedung Hotel Lafayette Yogyakarta merupakan salah satu bangunan gedung yang dimungkinkan masih menggunakan peraturan lama, oleh sebab itu dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan ulang gedung hotel tersebut menggunakan SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012. Setelah dilakukan perancangan ulang, terjadi adanya beberapa perubahan yaitu perubahan pada tulangan balok sebesar 83,33 %, perubahan tulangan kolom mencapai 54,55 %, perubahan dimensi balok mencapai 128 %, dan perubahan dimensi kolom mencapai 75 %. Peningkatan kebutuhan tulangan maupun dimensi diakibatkan karena pengaruh beban gempa serta adanya persyaratan terkait SRPMK dan juga persyaratan SNI 2847:2013.

Kata kunci: Bangunan gedung, perancangan ulang, SRPMK, peraturan terbaru

1. Pendahuluan

Merencanakan suatu struktur bangunan gedung maupun non-gedung seharusnya berpedoman pada peraturan terbaru yang berlaku di Indonesia salah satunya peraturan terkait dengan pembebanan, peraturan persyaratan beton bertulang dan peraturan pemberian beban gempa terhadap struktur gedung. Hal itu dilakukan agar terbentuknya sebuah struktur gedung yang baik, kokoh, dan juga mampu memperhatikan aspek keselamatan manusia yang berada di dalamnya. Salah satu peraturan terbaru yang dimaksud yaitu SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012 [1].

Peraturan baru yang diterbitkan secara otomatis akan menggantikan peraturan lama, sehingga akan terjadi perbedaan akibat adanya perubahan peraturan tersebut. Salah

satu perubahan yang terjadi yaitu terkait dengan faktor reduksi ϕ . Penentuan faktor reduksi berbeda yaitu salah satunya terkait elemen struktur balok, nilai ϕ tergantung pada nilai regangan tarik neto dalam baja tarik terjauh, apabila nilai $\epsilon_t \leq 0,002$ maka nilai ϕ sebesar 0,75 untuk tulangan spiral dan 0,65 untuk lainnya, sedangkan nilai $\epsilon_t > 0,005$ maka nilai ϕ sebesar 0,9 dan bila nilai ϵ_t diantara 0,002-0,005 diperlukan interpolasi untuk mendapatkan nilai ϕ [2].

Selain itu juga terdapat perubahan mengenai koefisien pengali λ . Untuk beton ringan pasir digunakan λ sebesar 0,85, untuk beton ringan lainnya digunakan λ sebesar 0,85 dan beton normal digunakan λ sebesar 1. Gedung Hotel Lafayette yang terletak di Ringroad Utara, Sleman, DIY merupakan salah satu bangunan bertingkat banyak (*Multy Storey Building*)

yang dibangun dengan berpedoman pada peraturan lama yaitu SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002. Oleh sebab itu, untuk memberikan gambaran mengenai perbedaan hasil desain struktur gedung menggunakan SNI terbaru dengan yang lama, dilakukan desain ulang terhadap struktur gedung yang ditinjau berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013.

Setianingrum dkk pada tahun 2018 melakukan penelitian tentang redesain Hotel Citihub Magelang menggunakan SNI 2847:2013 dan menghasilkan total tulangan kolom 27,2 % dan tulangan balok 2,4 % lebih banyak dibandingkan dengan SNI 2847:2012 [10]. Sedangkan Prasakti, dkk pada tahun 2017 juga meneliti tentang hal yang sama yaitu redesain Gedung Rawat Inap RSUD Kabupaten Temanggung dan menghasilkan tulangan kolom maupun balok yang lebih banyak dibandingkan desain menggunakan peraturan sebelumnya [6].

Studi perbandingan antara analisis respon spektrum dan time history untuk perancangan Gedung [3]. Penelitian terkait perencanaan gedung di Semarang menggunakan metode respon spektrum. Sedangkan penelitian terkait SRPMK sebelumnya pernah diteliti oleh [4, 9]. Penelitian terkait perencanaan bangunan gedung tahan gempa gedung 4 lantai [5], sedangkan penelitian terkait level kinerja struktur pada bangunan dan dihasilkan bahwa bangunan tersebut memenuhi kriteria yang ditentukan [12].

Penelitian terkait persyaratan desain komponen struktur lentur beton bertulang telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, diantaranya mengenai beton bertulang tunggal antara SNI 2847:2002 dan SNI 2847:2013 [11], penelitian tentang evaluasi bangunan gedung yang telah berusia 50 tahun dan dihasilkan bahwa gedung yang ditinjau masih aman [8], dan penelitian terkait analisis kinerja pada sebuah struktur gedung dan hasilnya bahwa gedung yang ditinjau termasuk dalam kategori *Immediate Occupancy* (IO) [7].

Dalam penelitian ini elemen struktur bangunan yang akan di hitung yaitu struktur balok, kolom, joint, dan dinding geser. Dari hasil perancangan ulang akan dibandingkan dengan hasil desain awal yang masih berpedoman pada peraturan lama. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk mengetahui dimensi struktur balok, kolom, joint, dan dinding geser pada gedung Hotel Lafayette yang berpedoman pada peraturan yang baru dan membandingkan dengan hasil perencanaan gedung Hotel Lafayette oleh pihak desainer.

2. Data Bangunan Rancangan

Data teknis gedung Hotel Lafayette adalah sebagai berikut ini.

- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| a. Fungsi bangunan | : Hotel |
| b. Jumlah lantai | : 12 lantai + basement |
| c. Lokasi | : Jl. Ringroad Utara, Yogyakarta |
| d. Luas Bangunan | : 423,78 m ² |
| e. Luas Tanah | : 633,15 m ² |
| f. Mutu beton | : K-350 |
| g. Kategori tanah | : Tanah sedang |

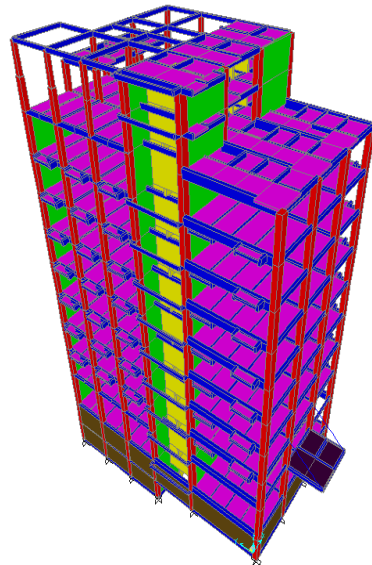
Mutu beton perancangan ulang ini menggunakan mutu beton yang sama dengan mutu beton pada perancangan awal:

- | |
|--|
| a. Mutu beton untuk kolom = K-350 ($f_c' = 29,5$ MPa) |
| b. Mutu beton balok = K-350 ($f_c' = 29,5$ MPa) |

Kuat tarik baja tulangan deform (BJTD), $f_y = 400$ MPa dan tulangan polos (BJTP), $f_y = 240$ MPa. Modulus Elastisitas (E_y) = 200000 MPa.

3. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dalam penelitian dilakukan secara 3D menggunakan software SAP2000 versi 14.1. Pembebanan yang telah dihitung akan di inputkan kedalam program termasuk beban gempa. Beban gempa yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan beban gempa respon spektrum. Dari pemodelan struktur akan didapatkan hasil berupa gaya dalam yang bekerja pada struktur yang meliputi momen ultimit (M_u), gaya aksial (P_u), dan gaya geser (V_u).



Gambar 1. Model Struktur bentuk 3D

4. Hasil dan Pembahasan

a. Pembebanan

Beban yang dianalisis meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, beban hujan, beban kolam, dan beban gempa. Pada **Tabel 1-2**. SNI 03-1726-2012 menjelaskan bahwa beban hidup yang digunakan untuk mendesain bangunan gedung maupun struktur lain yaitu beban hidup maksimum yang diharapkan terjadi akibat penghunian dan penggunaan bangunan gedung, tetapi tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang sudah ditetapkan. Untuk beban hidup minimum yang digunakan ditunjukkan pada **Tabel 3** [1].

Tabel 1. Beban mati dinding

Beban mati dinding tiap lantai	Beban (kN/m)
<i>Basement</i>	7,970625
Dasar	11,649375
1	9,196875
2	9,196875
3	7,5610575
4	7,5610575
5	7,5610575
6	7,5610575
7	7,5610575
8	7,5610575
atap	6,744375
Dak1	6,744375
Dak 2	6,744375

Tabel 2. Beban mati pelat

Beban Mati Pelat	Beban (kN/m ²)
Lantai	1,22
Dak (atap)	1,44
Kolam	1,44
Bordes	0,84
<i>Basement</i>	0,84

Tabel 3. Beban hidup minimum [1]

Penggunaan	Beban (kN/m ²)
Ruang pribadi dan koridor	1,92
Ruang publik dan koridor	4,79
Garasi/parkir	1,92
Ruang makan dan restoran	4,79
Ruang pertemuan	4,79
Tangga dan jalan keluar	4,79
Atap datar, berbubung dan lengkung	0,96

Struktur pelat beton bertulang dan atap akan menerima beban hujan (R). Perhitungan beban hujan dijelaskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 D_s &= \text{tinggi balok lisplang tepi talang} - \text{tebal pelat} \\
 &= 50 \text{ cm} - 10 \text{ cm} \\
 &= 40 \text{ cm} \\
 &= 400 \text{ mm} \\
 R &= 0,0098 \times (d_s + d_n) \\
 &= 0,0098 \times (400 + 10) \\
 &= 4,02 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Pada gedung yang ditinjau terdapat kolam yang terletak di lantai 10. Untuk hasil perhitungan beban kolam (tekanan hidrostatik air) ditunjukkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Tekanan hidrostatik air

Kedalaman (m)	Tekanan hidrostatik air (kN/m ²)
0,25	2,453
0,50	4,905
0,75	7,358
1,00	9,810
1,25	12,263
1,50	14,715

Berdasarkan laporan penyelidikan tanah, jenis tanah termasuk tanah SP (pasir bersih campuran kerikil pasir), sehingga beban tanah lateral rencana sebesar 5,5 kN/m² per meter kedalaman. Dalam penelitian ini pembebanan gempa pada struktur dilakukan dengan metode respon spektrum yang berpedoman SNI 03-1726-2012 [1]. Setelah beban gempa menggunakan metode dinamis, lalu di kontrol menggunakan metode statik ekuivalen agar persyaratan terpenuhi yaitu geser dasar respon spektrum minimal 85% dari geser dasar menggunakan metode statik ekuivalen.

$$\text{Kelas situs} = \text{SD (Tanah sedang)}$$

$$S_S = 1,141g, S_I = 0,423g$$

$$F_a = 1,044, F_v = 1,577$$

Respon spektrum percepatan:

$$\begin{aligned}
 S_{MS} &= S_S \cdot F_a \\
 &= 1,044 \cdot 1,141 \\
 &= 1,191g
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{MI} &= S_I \cdot F_v \\
 &= 1,577 \cdot 0,423 \\
 &= 0,677g
 \end{aligned}$$

Respon spektrum desain:

$$\begin{aligned}
 S_{DS} &= 2/3 \times S_{MS} \\
 &= 2/3 \times 1,191g \\
 &= 0,794g
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{DI} &= 2/3 \times S_{MI} \\
 &= 2/3 \times 0,677g
 \end{aligned}$$

$$= 0,445g$$

$$T_o = 0,2 (S_{D1} / S_{Ds})$$

$$= 0,2 (0,445/0,794)$$

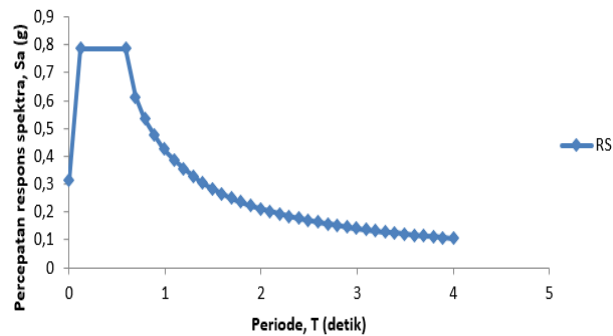
$$= 0,1121$$

$$T_s = (S_{D1} / S_{Ds})$$

$$= (0,445/0,794)$$

$$= 0,5605$$

Dari parameter diatas kemudian dihitung nilai Ta dan S dan dihasilakn perhitungan seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 5**. Kemudian nilai Ta dan S dimasukan kedalam program *Microsoft Excel* dan dihasilkan grafik respon spektrum seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Spektrum respon desain Hotel Lafayette Yogyakarta

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 [1] gaya geser dasar respon spektrum minimal 85% dari geser dasar menggunakan metode statik ekuivalen. Hasil perhitungan dengan metode respon spektrum di kontrol dengan menggunakan metode statik ekuivalen seperti perhitungan berikut:

Sumbu X :

$$\text{Respon spektrum x (RS x)} = 4214,272 \text{ kN}$$

$$\text{Statik ekuivalen x (Eq x)} = 4923,085 \text{ kN}$$

$$85 \% \text{ Eq x} = 85\% \cdot 4923,085$$

$$= 4184,6223 \text{ kN}$$

V Dinamik > 85% V Statik

Sumbu Y :

$$\text{Respon spektrum y (RS y)} = 4454,669 \text{ kN}$$

$$\text{Statik ekuivalen y (Eq y)} = 4759,609 \text{ kN}$$

$$85 \% \text{ Eq y} = 85\% \cdot 4759,609$$

$$= 4045,667 \text{ kN}$$

V Dinamik > 85% V Statik

b. Perancangan balok

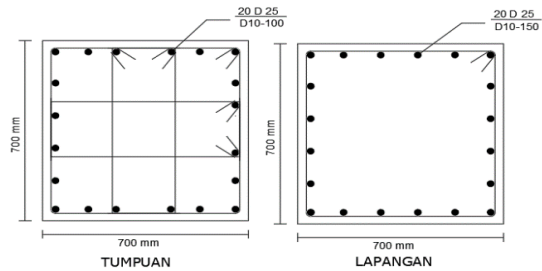
Balok yang akan dirancang ulang merupakan balok induk dengan dimensi penampang 300 cm x 600 cm. Dari hasil output SAP 2000 didapatkan nilai gaya gaya dalam sebagai berikut:

Tabel 5. Gaya dalam elemen balok

Gaya Dalam	Nilai
Mu - (tumpuan)	429,0484 kNm
Mu+ (tumpuan)	105,5848 kNm
Mu - (lapangan)	197,9195 kNm
Mu+ (lapangan)	328,9381 kNm
Gaya Dalam	Nilai
Pu	803,46 kN
Vu	340,349 kN

c. Perancangan kolom

Kolom yang akan dilakukan perancang ulang yaitu kolom induk dengan ukuran 700 cm x 700 cm. Dari output SAP 2000 diperoleh nilai gaya aksial (Pu) sebesar 4616,53 Kn, dan gaya geser sebesar 282,34 kN. Dari hasil gaya dalam tersebut kemudian dilakukan perhitungan ulang pada struktur kolom dan dihasilkan dimensi dan penulangan kolom seperti ditunjukkan pada **Gambar 3**. Dan untuk diagram interaksi kolom ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Detail tulangan kolom

Tabel 6. Hasil perhitungan kolom

Kondisi	ϕM_n	ϕP_n
Beban Sentris	0	8207,63
c > cb	1177,92	5482,59
Balance	1417,68	3620,58
c < cb	1348,87	2650,357
Kondisi Pn=0	1099,56	0

d. Perancangan joint

Data kolom:

$$bc = 700 \text{ mm}$$

$$hc = 700 \text{ mm}$$

$$htop = 3400 \text{ mm}$$

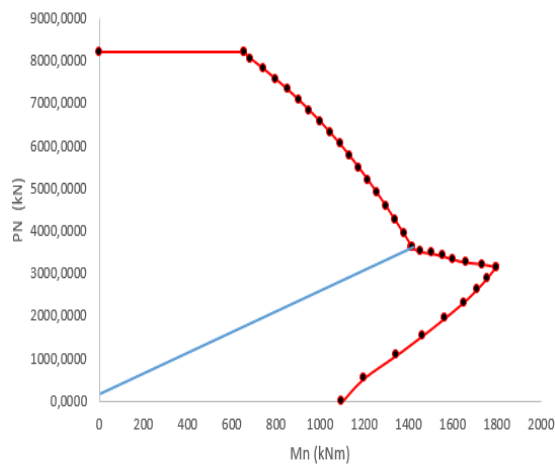
$$hbottom = 4400 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan kolom} = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Nuk} = -5566,252 \text{ kN}$$

Data balok:

b_b	= 300 mm
h_b	= 600 mm
l_{ki}	= 6000 mm
l_{ki}^*	= 5400 mm
a_{ki}	= 173,33 mm
z_{ki}	= 536 mm
M_{kap-ki}	=432,0610 kNm
M_{kap-ka}	=270,9299 kNm



Gambar 4. Diagram interaksi kolom

Pada Gambar 5 merupakan hasil analisis sambungan balok kolom yang diperoleh.

e. Perancangan *shearwall*

Shearwall yang akan di rancang ulang memiliki dimensi panjang 5,7 meter dan tebal 30 cm. Untuk hasil analisis dari perancangan *shearwall* ditunjukkan pada Gambar 7-8.

Tabel 7-11 dapat dilihat adanya perubahan yang terjadi pada elemen balok dan kolom, baik untuk perubahan dimensi penampang maupun luasan tulangan nya. Perubahan yang terjadi dimungkinkan karena terpengaruh beban gempa. Selain itu juga disebabkan karena adanya persyaratan yang lebih ketat yang ditentukan oleh SNI 03-1726-2012 [1] terkait dengan persyaratan SRPMK dan juga syarat kolom kuat balok lemah.

5. Simpulan

Dari perancangan ulang yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa:

- Elemen struktur balok yang dilakukan perancangan ulang dengan SNI 2847:2013 terdapat adanya perubahan baik perubahan dimensi maupun tulangan nya. Perubahan dimensi penampang pada balok mencapai 83,33 %, sedangkan untuk perubahan luasan tulangan balok mencapai 75,0 %. Hal tersebut dikarenakan

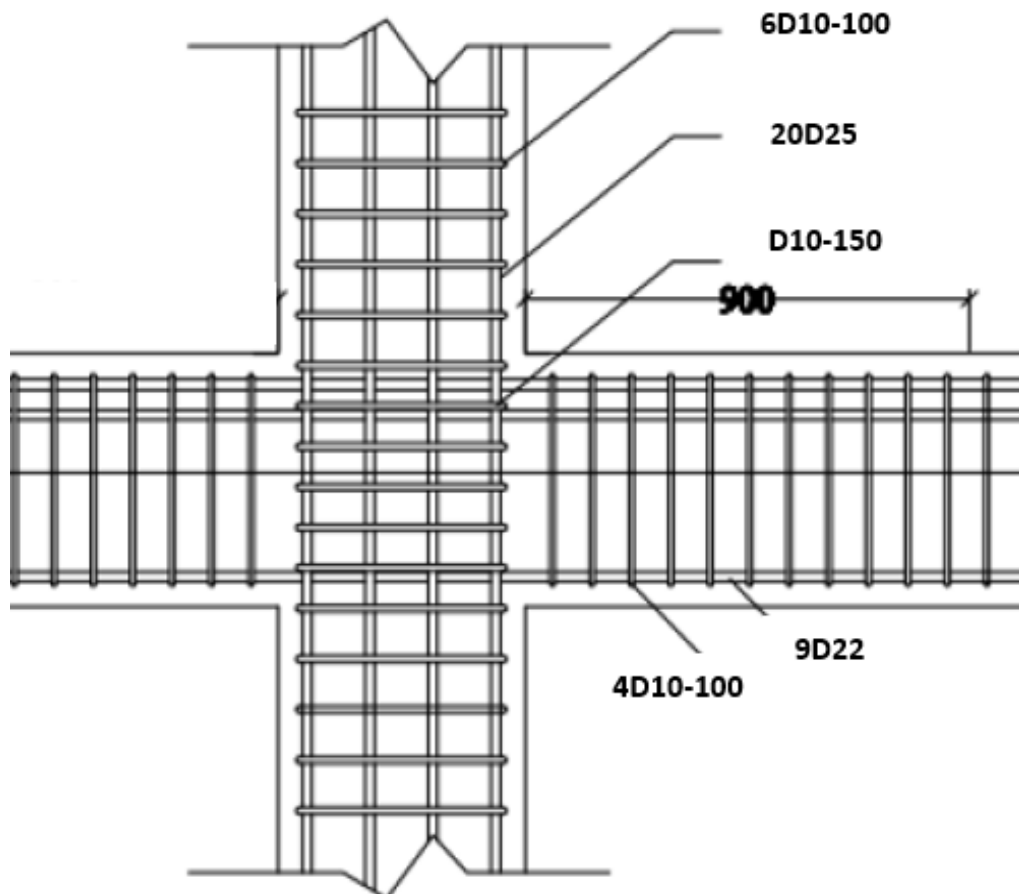
adanya pembebanan gempa yang terjadi pada balok yang menimbulkan efek besar terhadap perubahan tersebut dan juga pembebanan kolom.

- Elemen struktur kolom yang dilakukan perancangan ulang menggunakan SNI 2847:2013 mengalami beberapa perubahan yaitu untuk perubahan dimensi penampang kolom mencapai 50 % sedangkan untuk perubahan luasan tulangan mencapai 50 %. Adanya perubahan tersebut dikarenakan adanya beberapa persyaratan pada SNI 2847:2013 yaitu jumlah kuat lentur nominal kolom lebih besar 1,2 kali jumlah kuat lentur nominal balok dan juga disebabkan karena pengaruh beban gempa yang menyumbang beban lateral yang cukup besar karena lokasi Hotel Lafayette terletak pada kategori tanah sedang (SD).
- Perubahan yang terjadi pada elemen struktur balok dan kolom antar perancangan menggunakan peraturan lama dengan menggunakan peraturan baru (SNI 2847:2013) diakibatkan karena adanya perbedaan prosedur analisis yaitu mengenai ketentuan pada faktor kekuatan beton rencana β_1 dan juga faktor reduksi kekuatan ϕ .
- Elemen struktur dinding geser (*shearwall*) tidak mengalami perubahan yang berarti baik untuk dimensi penampang maupun luasan tulangannya.

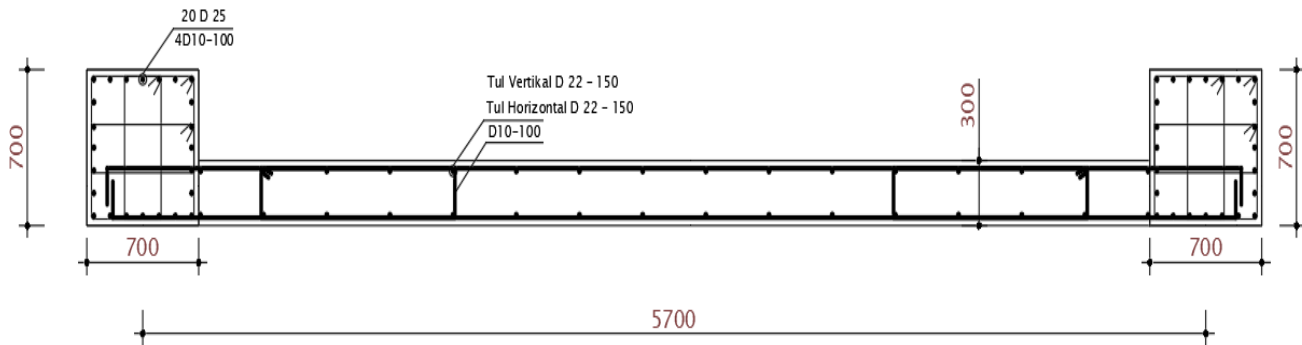
Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. (2012). SNI 03-1726-2012-Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI-03-2847-2013-Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, Bandung.
- D. A. L. N. Bayyindah., & F. Faimun, Studi Perbandingan Analisis Respon Spektra dan *Time History* untuk Desain Gedung. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 33-38, 2017.
- G. Jonathan, O. Gandawidjaja, P. Pudjisuryadi, & B. Lumantarna, Evaluasi Kinerja Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus SNI-2847-2013 Pada Struktur Dengan Gempa Dominan. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 5(2), 129-134, 2016
- A. A. Masagala, & F. Ma'arif, Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Berlantai 4 (Studi Kasus Gedung Baru Kampus I Universitas Teknologi Yogyakarta). *Jurnal Semesta Teknika*, 19(1), 80-89, 2016.
- A. T. Prasakti, S. Marciano, S. Tadjono, & R. Y. Adi, Redesain Struktur Gedung Rawat Inap RSUD Kabupaten Temanggung. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(1), 385-392, 2017.
- E. Purnomo, E. Purwanto, & A. Supriyadi, Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan

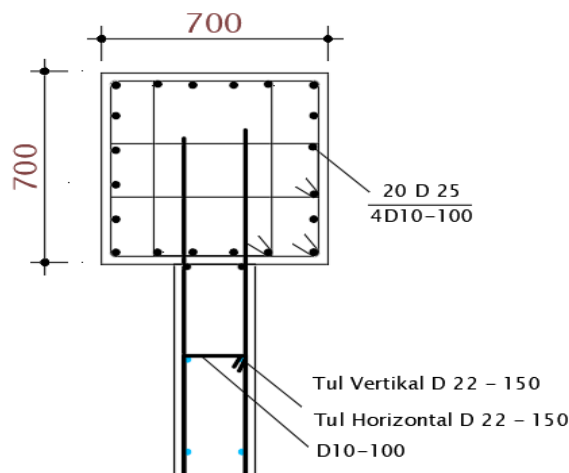
- Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan *Software* Etabs (Studi Kasus: Bangunan Hotel Di Semarang). *Matriks Teknik Sipil*, 2(4), 17-24, 2014.
- [8] A. N. Refani, H. Alrasyid, & M. Irmawan, Evaluasi Struktur Bangunan Gedung Beton Bertulang Berusia 50 Tahun Berdasarkan SNI 1726 2012 dan SNI 2847 2013. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 13(2), 17-26, 2015.
- [9] A. A. Saputra, D. K. Brata, H. Indarto, & R. Y. Ari, Perencanaan Pembangunan Gedung Beta Cooperation Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(4), 183-191, 2017.
- [10] T. Setianingrum, I. Nurhuda, & S. Sukamta, Redesain Struktur Gedung Hotel Citihub Magelang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 7(2), 67-76, 2018.
- [12] A. Setiawan, Persyaratan Desain Komponen Struktur Lentur Beton Bertulang Tunggal antara SNI 03-2847-2002 dan SNI 2847-2013. *Teknik dan Ilmu Komputer*, 4(14), 31-42, 2015.
- [13] Y. Yonatan, A. Hartono, & I. Muljati, Pemilihan Level Kinerja Struktur Pada Bangunan Sistem Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Yang Direncanakan Secara *Direct Displacement Based Design* Studi Kasus: Bangunan Beraturan Dengan Bentang Seragam. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 5(2), 292-297, 2016.



Gambar 5. Hasil perancangan joint



Gambar 6. Sketsa penulangan *shearwall*



Gambar 7. Sketsa penulangan *special boundary element*

Tabel 7. Perbandingan struktur balok hasil perancangan ulang dengan desain awal

Balok	Sebelum			Usulan			Perubahan %
	Lebar	Tinggi	Luas (mm ²)	Lebar	Tinggi	Luas (mm ²)	
B1	400	800	320000	600	800	480000	50,00
B2	250	500	125000	300	600	180000	44,00
B3	200	450	90000	250	500	125000	38,89
B4	150	250	37500	150	300	45000	20,00
B5	150	400	60000	200	400	80000	33,33
B6	200	700	140000	300	800	240000	71,43
B7	200	450	90000	300	550	165000	83,33
B9	150	250	37500	200	300	60000	60,00
B10	200	400	80000	250	450	112500	40,63
B11	150	300	45000	200	350	70000	55,56
B12	150	250	37500	200	300	60000	60,00
B13	200	400	80000	250	500	125000	56,25

Tabel 8. Perbandingan tulangan tumpuan balok hasil perancangan ulang dengan desain awal

Balok	TUMPUAN									
	Sebelum				Sesudah				Perubahan (%)	
	Tulangan		Luas (mm ²)		Tulangan		Luas (mm ²)			
B1	12	D	25	5890,486	19	D	25	9326,603	58,33	
B2	8	D	25	3926,991	13	D	25	6381,360	62,50	
B3	8	D	19	2268,230	10	D	19	2835,287	25,00	
B4	2	D	16	402,124	2	D	16	402,124	0,00	
B5	6	D	16	1206,372	9	D	16	1809,557	50,00	
B6	9	D	22	3421,194	12	D	22	4561,593	33,33	
B7	6	D	22	2280,796	9	D	22	3421,194	50,00	
B9	4	D	13	530,929	7	D	13	929,126	75,00	
B10	4	D	16	804,248	5	D	16	1005,310	25,00	
B11	4	D	16	804,248	6	D	16	1206,372	50,00	
B12	4	D	13	530,929	6	D	13	796,394	50,00	
B13	6	D	22	2280,796	9	D	22	3421,194	50,00	

Tabel 9. Perbandingan tulangan lapangan balok hasil perancangan ulang dengan desain awal

Balok	LAPANGAN									
	Sebelum				Sesudah				Perubahan (%)	
	Tulangan		Luas (mm ²)		Tulangan		Luas (mm ²)			
B1	12	D	25	5890,486	14	D	25	6872,234	16,67	
B2	8	D	25	3926,991	12	D	25	5890,486	50,00	
B3	8	D	19	2268,230	10	D	19	2835,287	25,00	
B4	2	D	16	402,124	2	D	16	402,124	0,00	
B5	6	D	16	1206,372	9	D	16	1809,557	50,00	
B6	9	D	22	3421,194	12	D	22	4561,593	33,33	
B7	6	D	22	2280,796	9	D	22	3421,194	50,00	
B9	4	D	13	530,929	7	D	13	929,126	75,00	
B10	4	D	16	804,248	5	D	16	1005,310	25,00	
B11	4	D	16	804,248	6	D	16	1206,372	50,00	
B12	4	D	13	530,929	6	D	13	796,394	50,00	
B13	6	D	13	796,394	9	D	13	1194,591	50,00	

Tabel 11. Perbandingan struktur kolom hasil perancangan ulang dengan desain awal

Beton Kolom Bangunan							
Kolom	Sebelum			Usulan			Perubahan %
	Lebar	Tinggi	Luas (mm ²)	Lebar	Tinggi	Luas (mm ²)	
K1 Lt. Basement	600	900	540000	700	1000	700000	29,63
K1 Lt 1 &2	600	900	540000	700	1000	700000	29,63
K1 Lt 3-8	400	800	320000	500	800	400000	25,00
K1 atap	400	800	320000	500	800	400000	25,00
K2 Lt. Basement	600	600	360000	700	700	490000	36,11
K2 Lt 1 &2	600	600	360000	700	700	490000	36,11
K2 Lt 3-8	500	500	250000	600	600	360000	44,00
K2 atap	500	500	250000	600	600	360000	44,00
K3 Lt. Basement	600	600	360000	700	700	490000	36,11
K3 Lt 1 &2	600	600	360000	700	700	490000	36,11
K3 Lt 3-8	400	500	200000	500	600	300000	50,00
K3 atap	400	500	200000	500	600	300000	50,00
K4 Lt. Basement	500	500	250000	600	600	360000	44,00
K4 Lt 1 &2	500	500	250000	600	600	360000	44,00
K5	200	400	80000	250	450	112500	40,63
K6	200	200	40000	200	200	40000	0,00
K7	400	500	200000	500	600	300000	50,00

