

Desain Ulang Struktur Bangunan Gedung Hotel Ibis Padang Dengan Tinjauan Fixed Base

Hazmal Herman¹⁾, Dede Capry²⁾, Gusni Vitri³⁾, Wiwin Putri Zayu⁴⁾

¹Teknik Sipil, Universitas Dharma Andalas, Jln.Sawah an no.103A Simpang Haru (penulis 1)

Email : hazmalherman6@gmail.com

²Teknik Sipil, Universitas Dharma Andalas, Jln.Sawah an no.103A Simpang Haru (penulis 2)

Email : dedecapri24@gmail.com

³Teknik Sipil, Universitas Dharma Andalas, Jln.Sawah an no.103A Simpang Haru (penulis 3)

Email : vitri.gusni@gmail.com

⁴Teknik Sipil, Universitas Dharma Andalas, Jln.Sawah an no.103A Simpang Haru (penulis 4)

Email : winzayu@gmail.com

Abstract: Reinforced concrete structure is a structural forming material that is still widely used. Concrete structure has advantages in the ease of materials and also the workmanship. Reinforced concrete is also more effectively used for structures that have a less long span. Ibis Padang Hotel building planning uses reinforced concrete structures with reference to SNI 2847:2013 on Structural Concrete Requirements for Buildings and SNI 1726:2012 on Earthquake Resilience Planning Procedures for Building And Non-Building Structures. The burdens that occurred were reviewed in SNI 1727:2013 on The Indonesian Demolition Regulation for Buildings and Other Buildings. This planning uses a dual system of SRPMK and sliding walls in terms of earthquake anchoring. The concept of this plan is based on the ultimate design that occurs, where the ultimate value must be smaller than the cross-sectional strength of the structural components. Style calculation – style in using the ETABS 2013 program. In addition, there is also a calculation of the Cost Budget Plan. This writing aims to find out the comparison of the structural components of the Ibis Padang Hotel building using Base Isolator with the results of planning using Fixed Base. The beam component comparison obtained a smaller yield of 15.17% for casting volume and 23.64% for repeat weight. The comparison of column components obtained smaller results of 29.17% for casting volume and 24.32% for repeat weight. Comparison of plate components obtained a smaller result of 16.58% for the repeating weight. The comparison of pile cap components obtained a smaller result of 45.98% for casting volume and 2.54% of repeating weight.

Keywords: Building Structure, Reinforced Concrete, SRPMK, Shear Wall

Abstrak:

Struktur beton bertulang merupakan material pembentuk struktur yang masih banyak digunakan. struktur beton memiliki kelebihan dalam kemudahan bahan dan juga pengerjaannya. Beton bertulang juga lebih efektif digunakan untuk struktur yang memiliki bentang tidak terlalu panjang. Perencanaan gedung Hotel Ibis Padang menggunakan struktur beton bertulang dengan mengacu pada SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan SNI 1726:2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung. Beban – beban yang terjadi ditinjau pada SNI 1727:2013 tentang Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Dan Bangunan Lain. Perencanaan ini menggunakan sistem ganda yaitu SRPMK dan dinding geser dalam hal penahan gempa. Konsep dari perencanaan ini

didasari dari disain ultimate yang terjadi, dimana nilai ultimate harus lebih kecil dari kekuatan penampang komponen struktur tersebut. Perhitungan gaya – gaya dalam menggunakan program ETABS 2013. Selain itu juga dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya. Penulisan ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan komponen struktur gedung Hotel Ibis Padang menggunakan Base Isolator dengan hasil perencanaan menggunakan Fixed Base. Perbandingan komponen balok didapatkan hasil lebih kecil 15,17% untuk volume pengecoran dan 23,64% untuk Berat penulangan. Perbandingan komponen kolom didapatkan hasil lebih kecil 29,17% untuk volume pengecoran dan 24,32% untuk berat penulangan. Perbandingan komponen pelat didapatkan hasil lebih kecil 16,58% untuk berat penulangan. Perbandingan komponen pile cap didapatkan hasil lebih kecil 45,98% untuk volume pengecoran dan 2,54% berat penulangan.

Kata kunci: Struktur Gedung, Beton Bertulang, SRPMK, Dinding Geser

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license



PENDAHULUAN

Pada saat ini, di Indonesia telah berlangsung pembangunan gedung yang beragam bentuk. Pembangunan ini banyak menggunakan material beton bertulang. Beton bertulang merupakan campuran beton yang ditambah dengan besi tulangan sebagai bahan untuk menahan gaya tarik. Beton merupakan campuran material yang umum digunakan pada suatu struktur bangunan. Campuran dari beton berupa kerikil dan pasir yang dicampurkan dengan semen dan air sebagai bahan perekat. Penggunaan beton pada suatu pembangunan telah banyak dilakukan dan memiliki daya tarik tersendiri dibanding material lainnya. Beton tidak hanya telah teruji kekuatannya untuk material struktur namun juga diunggulkan dalam hal pengerjaannya, karena beton bisa dibentuk sedemikian rupa sesuai dengan bentuk dari acuannya. Gedung dengan berbagai bentuk dan ukuran dengan memiliki nilai keindahan yang tinggi bisa diciptakan. Berbagai inovasi tentang beton bermunculan mulai dari beton mutu tinggi sampai bahan – bahan tambahan agar beton bisa dibuat sesuai dengan keinginan. Inovasi berlanjut dengan penggunaan material beton pada struktur yang bisa menahan gaya gempa yang terjadi.

Padang adalah wilayah yang memiliki kekuatan gempa yang sangat

tinggi. Tercatat pada gempa 2009 banyak mengakibatkan gedung – gedung mengalami kegagalan pada struktur (Ismail, 2012). Hal itu memberikan sebuah pemikiran bagaimana agar gedung – gedung yang dibangun di Padang bisa aman terhadap beban gempa. Keadaan seperti di Kota Padang ini harus menggunakan perencanaan struktur gedung yang lebih komplit lagi. Dalam SNI 2847:2013 untuk wilayah yang memiliki tingkat kekuatan gempa yang tinggi dibutuhkan metoda perencanaan khusus berupa Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem ini mengasumsikan bahwa perencanaan untuk struktur gedung tahan gempa harus memenuhi syarat yaitu kolom dirancang lebih kuat dari pada balok (Strong column weak beam). Pada objek yang telah ditetapkan yaitu Hotel Ibis Padang yang berlokasi di Jl. Tamansiswa No 1A, Alai, Parak Kopi, Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat telah dibangun dengan perencanaan tahan terhadap gaya gempa.

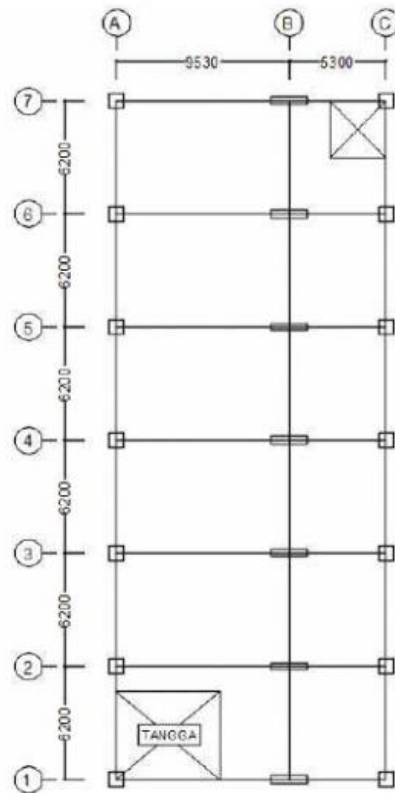
Hotel Ibis Padang dilengkapi dengan teknologi Base Isolator. Base Isolator merupakan teknologi untuk meredam getaran gempa pada struktur bangunan sehingga mengurangi resiko keruntuhan akibat getaran tersebut. Base Isolator juga berfungsi mengurangi perpindahan antar lantai. Penggunaan Base Isolator pada sebuah gedung mengakibatkan peningkatan gaya dalam

pada lantai dasar berupa momen dan geser akibat adanya gaya gempa, sehingga memberikan dampak perbesaran kekakuan dan kekuatan pada lantai dasar dari pada struktur dengan fixed base (Ismail, 2012). Hal ini berakibat memperbesar dimensi dari sebuah elemen struktur tersebut. Sehingga, mengurangi keefisiensi dari dimensi sebuah struktur gedung. Pada kesempatan ini penulis akan merencanakan kembali gedung Hotel Ibis Padang dengan tinjauan Fixed Base. Fixed Base merupakan sistem struktur dimana pada dasar struktur atas bersifat kaku. Perencanaan ini diharapkan dapat memberi dampak efisiensi dimensi struktur yang signifikan. Perencanaan ini akan lebih memanfaatkan penggunaan dinding geser pada struktur tersebut.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Data perhitungan didapatkan dari hotel Ibis Padang dengan lay-out dan dimensi awal menggunakan data hotel tersebut. Objek yang akan dibahas adalah gedung beton bertulang. Gedung Hotel Ibis Padang dengan 12 lantai dan 1 basement. Hotel Ibis Padang berlokasi di Jl. Tamansiswa No 1A, Alai, Parak Kopi, Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat. Gambar 1. menampilkan layout dari gedung hotel tersebut.



Gambar 1 : Layout Hotel Ibis Padang

Preliminary design

Preliminary design bertujuan untuk penentuan mutu dan dimensi penampang komponen struktur. Sehingga didapatkan rancangan awal sebagai acuan perhitungan.

Pembebanan

Pada perencanaan gedung ini memiliki beberapa pembebanan yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

a. Beban Mati Beban mati terdiri dari seluruh komponen dari struktur maupun arsitektur. Beban tersebut terdiri dari:

- Beban beton bertulang : 2400 Kg/m³
- Beban water proofing : 14 Kg/m²
- Beban spesi : 21 Kg/m²
- Beban plafon : 20 Kg/m²
- Beban MEP : 30 Kg/m²
- Beban dinding : 250 Kg/m²
- Beban keramik : 24 Kg/m²

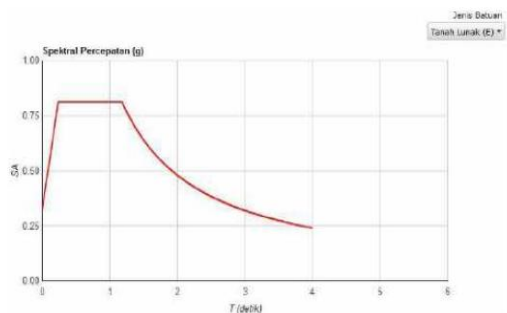
b. Beban Hidup Beban hidup terdiri dari fungsi suatu ruangan yang diambil pada

SNI 1727- 2013 tentang pembebanan. Beban tersebut terdiri dari:

- Fungsi kantor : $2,40 \text{ KN/m}^2 = 250 \text{ Kg/m}^2$

Pada perencanaan ini untuk mendapatkan pembebanan hidup fungsi gedung dialihkan ke fungsi kantor pada SNI pembebanan.

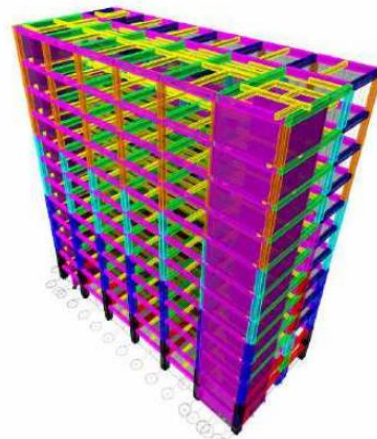
c. Beban Gempa Sistem beban gempa yang digunakan yaitu static ekuivalen. Nilai – nilai yang dibutuhkan diperoleh dari data sekunder (Puskim). Jenis tanah yang digunakan yaitu tanah lunak. Hasil data dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Spektra Percepatan Tanah Lunak pada Hotel Ibis Padang

Pemodelan dan Analisa

Analisis struktur bertujuan untuk memperhitungkan segala bentuk komponen yang ada di suatu struktur. Tahap ini diawali dengan pemodelan struktur. Dilanjutkan dengan penginputan beban dan dilakukan perhitungan dari struktur tersebut. Pada analisa struktur akan dihasilkan data – data dari struktur tersebut. Data tersebut berupa gaya normal (N), gaya lintang (L), dan gaya momen (M). Pemodelan dan gaya dalam yang dihasilkan pada Etabs 2013 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3: Pemodelan Hotel Ibis Padang Menggunakan ETABS 2013

Analisa Penampang dan Disain Tulangan

Tahap Analisis Penampang, Disain Tulangan merupakan langkah lanjutan setelah dilakukan pemodelan dan analisis gaya dalam. Data ini akan dibandingkan dengan perhitungan analisis penampang dan perhitungan tulangan dimana beban yang terjadi harus lebih kecil dari kekuatan penampang dari struktur, sehingga kegagalan struktur bisa dihindari. Perhitungan dilakukan menggunakan data komponen dari pemodelan yang nanti akan diharapkan akan mendapatkan nilai yang lebih besar dari nilai gaya dalam maksimum yang terjadi. Perhitungan – perhitungan yang dilakukan berupa:

- Perencanaan Balok
- Perencanaan Pelat
- Perencanaan Kolom

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Periode Fundamental Dan Mode Shape Disain Ulang Gedung Hotel Ibis Padang

Berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 7.8.2 bahwa nilai periode (T) sebuah gedung tidak boleh melebihi hasil koefisien (Cu) yang terdapat pada SNI 1726:2012 Tabel 14.

Data : SD1 : 0,959

sehingga, nilai $C_u = 1,4$

Perhitungan Periode Fundamental Pendekatan:

$$T_a = C_t \times h_{nx} = 1,301$$

Dengan nilai $T_c = 1,430$ (Periode dari aplikasi ETABS 2013)

$$T_a \times C_u = 1,821$$

Karena nilai $T_a < T_c < T_a \cdot C_u$, maka nilai T_c dapat digunakan. Hasil rekapitulasi periode dan mode shape dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 : Rekapitulasi Periode dan Mode Shape Disain Ulang Gedung Hotel Ibis Padang

Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1	1,43	0,83	0,01	0,00
Modal	2	1,37	0,01	0,84	0,01
Modal	3	0,93	0,01	0,00	0,68
Modal	4	0,40	0,18	0,65	0,03
Modal	5	0,38	0,67	0,18	0,00
Modal	6	0,26	0,01	0,02	0,67
Modal	7	0,19	0,09	0,73	0,03
Modal	8	0,18	0,75	0,09	0,01
Modal	9	0,12	0,05	0,10	0,56
Modal	10	0,12	0,00	0,74	0,10
Modal	11	0,11	0,79	0,01	0,04
Modal	12	0,09	0,00	0,82	0,04

Pada tabel 1 dapat kesimpulan bahwa mode 1 terjadi translasi arah X, mode 2 terjadi translasi arah Y, dan mode 3 terjadi rotasi.

Perpindahan Struktur Gedung Hotel Ibis Padang

Pada hasil perhitungan aplikasi ETABS 2013 didapatkan perpindahan total pada struktur gedung Hotel Ibis Padang sebesar 0,387 meter. Berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 7.8.6 simpangan antar lantai harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Hasil rekapitulasi simpangan antar lantai dan pemeriksaan Efek P- Δ dapat dilihat pada tabel 2.

- Data : $C_d = 5,5$ (SNI 1726:2012 Tabel 9)
- $I_e = 1,0$ (SNI 1726:2012 Tabel 2)

Tabel 2: Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai dan Pemeriksaan Efek P- Δ

Nama Lantai	Tinggi Lantai (m)	Simpangan (Δ) (mm)	Simpangan Izin (Δ_{izin}) (mm)	Px (KN)	Vx (KN)	θ	θ_{maks}	Keterangan
Rooftop	3,8	34,60	76,00	1371,83	1371,83	0,0017	0,0909	Ok
Story 9	3,3	32,45	66,00	2458,64	3830,47	0,0011	0,0909	Ok
Story 8	3,3	35,26	66,00	3524,84	7355,31	0,0009	0,0909	Ok
Story 7	3,3	37,90	66,00	4600,10	11955,41	0,0008	0,0909	Ok
Story 6	3,3	39,27	66,00	5678,99	17634,40	0,0007	0,0909	Ok
Story 5	3,3	40,26	66,00	6759,17	24393,58	0,0006	0,0909	Ok
Story 4	3,3	39,16	66,00	7865,68	32259,26	0,0005	0,0909	Ok
Story 3	3,3	37,29	66,00	8969,43	41228,68	0,0004	0,0909	Ok
Story 2	3,3	33,72	66,00	10078,62	51307,31	0,0004	0,0909	Ok
Story 1	4,0	32,95	80,00	11215,80	62523,10	0,0003	0,0909	Ok
Mezzanine	3,2	17,11	64,00	12197,07	74720,17	0,0002	0,0909	Ok
Ground	3,0	6,82	60,00	13127,61	87847,77	0,0001	0,0909	Ok

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 21.6.2 ketentuan SRPMK dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Data : } M_c a : 33,29 \text{ KN.m}$$

$$M_{nb} a : 18,59 \text{ KN.m}$$

$$M_c b : 3,80 \text{ KN.m}$$

$$M_{nb} b : 12,44 \text{ KN.m}$$

$$\phi : 0,65$$

Menghitung jumlah momen pada balok :
 $6/5 \Sigma M_{nb} = 6/5 (M_{nb} a + M_{nb} b) = 37,24 \text{ KN.m}$
 Menghitung jumlah momen pada kolom :

$$\Sigma M_{nc} = M_c a + M_c b \phi = 57,06 \text{ KN.m}$$

Kontrol :

$$\Sigma M_{nc} > 6/5 \Sigma M_{nb}$$

$$57,06 \text{ KN.m} > 37,24 \text{ KN.m}$$

Perencanaan Balok

Pada perencanaan struktur dibutuhkan suatu perhitungan awal dimana perhitungan tersebut menjadi sebuah acuan pada perencanaan. Berdasarkan SNI 2847:2013 Tabel 9.5 (a) Preliminary Design balok memiliki perhitungan sebagai berikut:

Data :

$$\text{Balok Bentang } 9,53 \text{ Meter}$$

$$\text{Panjang balok (L1) : } 9350 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu beton (f'c) : } 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Mutu baja (Fy) : } 390 \text{ Mpa}$$

$$\text{Balok Induk}$$

$$16 \times (0,4 + (F_y 700))$$

$h \geq$ Perhitungan Tinggi Balok
 $h \geq 570,098$ mm
 $h = 800$ mm

Analisis Penampang Balok pada Daerah Tumpuan di Lantai Ground Pada perhitungan analisis tulangan lentur balok persyaratan mengacu pada SNI 2847:2013 Pasal 10.2.

Data :

b : 400 mm	$f'c$: 35 Mpa
h : 800 mm	Fy : 390 Mpa
d' : 50 mm	As : 2279,64 mm ²
d : 750 mm	As' : 1139,82 mm ²
D : 22 mm	ϕ : 0,9

Menghitung Nilai ρ dan ρ' :

$\rho' = As' b \times d = 0,00380$
 $\rho = As b \times d = 0,00760$
 $(\rho - \rho') = 0,00380$
 $\beta = 0,85 - 0,05 \times (f'c - 287) = 0,8$

Periksa tulangan tekan sudah luluh atau belum : $K = 0,85 \times \beta \times (f'c Fy) \times (d' d) \times (600 (600 - Fy)) = 0,01162$
 $(\rho - \rho') < K$
 $0,00380 < 0,01162$ (Tulangan Tekan Belum Luluh)

Dengan $(\rho - \rho') < \rho_{maks}$ dinyatakan (Penampang Terkendali Tarik)
 $\rho_{maks} = 0,625 \times \rho_b$
 $\rho_b = 0,85 \times \beta \times (f'c Fy) \times (600 (600 + Fy)) = 0,036985$

Maka didapatkan nilai ρ_{maks} : $\rho_{maks} = 0,023116$
 Dengan Kontrol : $(\rho - \rho') < \rho_{maks}$
 $0,00380 < 0,023116$ (Penampang Terkendali Tarik) Menghitung ϕMn dengan analisis gaya dalam : $Cc = 0,85 \times f'c \times a \times b = 9520 c$

$Cs = As' \times (600 \times ((c - d') c) - 0,85 \times f'c = 683892 (c - 60) c - 33909,6$
 $T = As \times Fy = 889059,6$ N $T = Cc + Cs$ A
 $= 9520$ B $= -239077,2$ C $= -41033520$
 Nilai c didapatkan dari rumus abc :
 $c1 = 79,399$ mm (Digunakan)
 $c2 = -54,286$ mm

Maka nilai a sebagai berikut:
 $a = \beta \times c = 63,519$ mm

Menghitung nilai $f's$, Cc , dan Cs :
 $f's = 600 \times ((c - d') c) = 222,1616$ Mpa
 $< Fy = 390$ Mpa
 $Cc = 9520 \times c = 755878,6$ N
 $Cs = 1367784 \times ((c - 60) c) - 67819,3 = 133181,0$ N
 Menghitung ϕMn dengan menggunakan rumus sebagai berikut:
 $\phi Mn = \phi [Cc \times (d - a/2) + Cs \times (d - d')]$
 $= 572516319,5$ N. mm $= 572,52$ KN. m
 Kontrol :

$\phi Mn \geq Mu$
 $572,52$ KN.m $\geq 312,14$ KN.m
 Periksa rasio tulangan :
 $(\rho - \rho' \times (f's Fy)) < \rho_{maks}$
 $0,00543 < 0,023116$
 Dari perhitungan di atas maka hasil analisis penampang semua balok dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Analisa Penampang pada Balok

No	Nama Lantai	Dimensi Balok (cm)	Area	ϕ Mn (KN. M)	Mu (KN. M)		
1	Ground	40 x 80	Tumpuan	939,73	312,28		
			Lapangan	939,73	270,21		
		30 x 60	Tumpuan	407,51	65,99		
			Lapangan	407,51	62,86		
		25 x 40	Tumpuan	215,10	75,98		
			Lapangan	215,10	51,76		
2	Mezzanine	40 x 80	Tumpuan	939,73	475,96		
			Lapangan	939,73	458,31		
		30 x 60	Tumpuan	407,51	100,03		
			Lapangan	407,51	80,45		
		25 x 40	Tumpuan	215,10	104,73		
			Lapangan	215,10	60,18		
3	Story 1	40 x 70	Tumpuan	650,03	426,57		
			Lapangan	650,03	343,98		
		40 x 60	Tumpuan	543,34	325,34		
			Lapangan	543,34	290,71		
		30 x 60	Tumpuan	407,51	116,82		
			Lapangan	407,51	103,13		
		25 x 40	Tumpuan	215,10	152,97		
			Lapangan	215,10	82,38		
		4	Story 2	40 x 70	Tumpuan	650,03	435,63
					Lapangan	650,03	343,60
				40 x 60	Tumpuan	543,34	363,27
					Lapangan	543,34	316,56
30 x 60	Tumpuan			407,51	126,88		
	Lapangan			407,51	113,64		
25 x 40	Tumpuan			215,10	165,12		
	Lapangan			215,10	90,49		
5	Story 3			40 x 70	Tumpuan	650,03	430,32
					Lapangan	650,03	371,88
				40 x 60	Tumpuan	543,34	380,86
					Lapangan	543,34	329,38
		30 x 60	Tumpuan	407,51	133,43		
			Lapangan	407,51	120,69		
		25 x 40	Tumpuan	215,10	174,63		
			Lapangan	215,10	96,45		

6	Story 4	40 x 70	Tumpuan	650,03	434,11		
			Lapangan	650,03	379,70		
		40 x 60	Tumpuan	543,34	378,56		
			Lapangan	543,34	321,64		
		30 x 60	Tumpuan	407,51	144,31		
			Lapangan	407,51	116,45		
25 x 40	Tumpuan	215,10	180,94				
	Lapangan	215,10	99,77				
7	Story 5	40 x 70	Tumpuan	650,03	445,75		
			Lapangan	650,03	365,11		
		40 x 60	Tumpuan	543,34	364,84		
			Lapangan	543,34	284,87		
		30 x 60	Tumpuan	407,51	148,90		
			Lapangan	407,51	110,27		
25 x 40	Tumpuan	215,10	186,69				
	Lapangan	215,10	102,81				
8	Story 6	40 x 70	Tumpuan	650,03	442,75		
			Lapangan	650,03	353,45		
		40 x 60	Tumpuan	543,34	341,21		
			Lapangan	543,34	247,45		
		30 x 60	Tumpuan	407,51	149,84		
			Lapangan	407,51	99,64		
		25 x 40	Tumpuan	215,10	190,66		
			Lapangan	215,10	104,51		
		9	Story 7	40 x 70	Tumpuan	650,03	478,72
					Lapangan	650,03	360,95
				40 x 60	Tumpuan	543,34	311,10
					Lapangan	543,34	193,82
30 x 60	Tumpuan			407,51	154,27		
	Lapangan			407,51	87,11		
25 x 40	Tumpuan			215,10	193,19		
	Lapangan			215,10	104,93		
10	Story 8			40 x 70	Tumpuan	650,03	476,12
					Lapangan	650,03	360,09
				40 x 60	Tumpuan	543,34	283,49
					Lapangan	543,34	152,20
		30 x 60	Tumpuan	407,51	153,55		
			Lapangan	407,51	84,29		
		25 x 40	Tumpuan	215,10	193,84		
			Lapangan	215,10	104,79		
		11	Story 9	40 x 70	Tumpuan	650,03	497,30
					Lapangan	650,03	374,05
				40 x 60	Tumpuan	543,34	259,12
					Lapangan	543,34	141,53
30 x 60	Tumpuan			407,51	156,44		
	Lapangan			407,51	86,55		
25 x 40	Tumpuan	215,10	199,34				
	Lapangan	215,10	107,16				
12	Rooftop	40 x 70	Tumpuan	650,03	420,80		
			Lapangan	650,03	332,58		
		40 x 60	Tumpuan	543,34	218,14		
			Lapangan	543,34	88,32		
		30 x 60	Tumpuan	407,51	123,13		
			Lapangan	407,51	89,82		
		25 x 40	Tumpuan	215,10	173,44		
			Lapangan	215,10	93,32		

Perencanaan Pelat

Pada perencanaan awal pelat, dilakukan perhitungan terhadap pelat yang memiliki luasan terbesar. Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 9.5.3 Perhitungan pelat dilakukan sebagai berikut:

Data :

Balok : Lebar (Bw1) = 400 mm

Tinggi (h1) = 700 mm

Lebar (Bw2) = 300 mm

Tinggi (h2) = 600 mm

Pelat :

Panjang (Lp1) = 5700 mm

Panjang (LP2) = 3100 mm

Tebal (hf) = 120 mm

Menghitung Panjang Bersih Pelat (Ln)

$$Ln1 = Lp1 - Bw2$$

$$Ln1 = 5400 \text{ mm}$$

$$Ln1 = 5,4 \text{ m}$$

Menghitung Panjang Bersih Pelat (Ln)

$$Ln1 = Lp2 - Bw1$$

$$Ln1 = 5400 \text{ mm}$$

$$Ln1 = 5,4 \text{ m}$$

$$hw1 = h1 - hf = 580 \text{ mm}$$

$$hw2 = h2 - hf = 480 \text{ mm}$$

$$hw1 = b1 = b2 = 580 \text{ mm}$$

$$be1 = bw + b1 + b2 = 1560 \text{ mm}$$

$$hw1 = b1 = b2 = 480 \text{ mm}$$

$$be1 = bw + b1 + b2 = 1260 \text{ mm}$$

Pelat yang berada di tengah struktur

Menghitung Luas penampang

$$A1 = hw \times bw = 232000 \text{ mm}^2$$

$$A2 = hf \times be = 187200 \text{ mm}^2$$

Menghitung Titik Berat

$$a = A1 \times 0,5 \times hw = 67280000 \text{ mm}^3$$

$$b = A2 \times (0,5 \times hf + hw) = 119808000 \text{ mm}^3$$

$$c = A1 + A2 = 419200 \text{ mm}^2$$

$$y = (a + b)/c = 446,298 \text{ mm}$$

Menghitung Momen Inersia Balok (lbp)

$$lx1 =$$

$$1/12 \times bw \times hw^3 = 6503733333 \text{ mm}^4 \text{ y1}$$

$$=$$

$$1/2 \times hw = 290 \text{ mm}$$

$$lx2 = 1/12 \times be \times hf^3 = 224640000 \text{ mm}^4$$

$$y2 = 1/2 \times hf + hw = 640 \text{ mm}$$

Maka Momen Inersia Balok Pelat (lbp)

$$lbp1 = lx1 + (A1 \times (y - y1)^2) + lx2 +$$

$$(A2 \times (y2 - y)^2) = 19419747379 \text{ mm}^4$$

Menghitung Momen Inersia Pelat (lp)

$$lp1 = 1/12 \times (0,5Lp1 + 0,5Lp1) \times hf^3 = 820800000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha1 = lbp1/lp1 = 23,66$$

$$lp2 = 1/12 \times (0,5Lp2 + 0,5Lp2) \times hf^3 = 446400000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha2 = lbp1/lp2 = 43,50$$

Pelat yang berada di tepi struktur

Menghitung Luas Penampang

$$A1 = hw \times bw = 144000 \text{ mm}^2$$

$$A2 = hf \times (bw + b) = 93600 \text{ mm}^2$$

Menghitung Titik Berat

$$a = A1 \times 0,5 \times hw = 41760000 \text{ mm}^3$$

$$b = A2 \times (0,5hf + hw) = 59904000 \text{ mm}^3$$

$$c = A1 + A2 = 237600 \text{ mm}^2$$

$$y = (a + b)/c = 427,879 \text{ mm}$$

Menghitung Momen Inersia Balok (lbp)

$$lx1 = 1/12 \times bw \times hw^3 = 6503733333 \text{ mm}^4$$

$$y1 = 0,5 \times hw = 290 \text{ mm}$$

$$lx2 = 1/12 \times (bw + b) \times hf^3 = 141120000 \text{ mm}^4$$

$$y2 = 0,5hf + hw = 640 \text{ mm}$$

Maka momen inersia balok pelat (lbp)

$$lbp2 = lx1 + (A1 \times (y - y1)^2) + lx2 + (A2 \times (y2 - y)^2) = 13593944242 \text{ mm}^4$$

Menghitung Momen Inersia Pelat (lbp)

$$lp3 = 1/12 \times (0,5bw + 0,5Lp1) \times hf^3 = 439200000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha = lbp2/lp3 = 30,95$$

$$lp4 = 1/12 \times (0,5bw + 0,5Lp2) \times hf^3 = 252000000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha = lbp2/lp4 = 53,94$$

$$\alpha = (\alpha1 + \alpha2 + \alpha3 + \alpha4)/4$$

$$= 38,01$$

Menghitung rasio bentang pelat terpanjang terhadap pelat terpendek (β)

$$\beta = Ln1/Ln2 = 2$$

Jadi, dengan $\alpha > 2$ maka rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$hf = Ln \times (0,8 + (Fy/1400)) / (36 + 9\beta)$$

$$107,857 \text{ mm} \leq h = 120 \text{ mm}$$

Analisa Penampang

Data :

$$Ix : 3100 \text{ mm } f'c : 35 \text{ Mpa}$$

$$Iy : 5700 \text{ mm } Fy : 240 \text{ Mpa}$$

Menentukan jenis pelat:

$$Iy/Ix = 1,84 \text{ (PelatDuaArah)}$$

Menghitung beban yang terjadi:

$$\text{Beban mati (DL)} = 405 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Beban Hidup (LL)} = 250 \text{ Kg/m}^2$$

Menghitung beban ultimate:

$$qu = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} = 886 \text{ Kg/m}^2$$

Menghitung momen tumpuan dan lapangan arah x ($M_{tx} = M_{lx}$)

$$X = 60$$

$$M_{tx} = M_{lx} = 0,001qu \times I_x^2 \times (X) = 510,87 \text{ Kg. m}$$

Menghitung momen tumpuan dan lapangan arah y ($M_{ty} = M_{ly}$)

$$X = 35$$

$$M_{ty} = M_{ly} = 0,001qu \times I_x^2 \times (X) = 298,01 \text{ Kg. m}$$

Perhitungan untuk momen arah x

$$\text{Data : } b : 100 \text{ cm } \phi = 0,8$$

$$h : 12 \text{ cm } \beta = 0,85$$

$$d' : 3 \text{ cm}$$

$$d : 9 \text{ cm}$$

$$M_u = 510,87 \text{ Kg. m}$$

$$M_n = M_u / \phi = 638,58 \text{ Kg. m}$$

Mencari koefisien ketahanan :

$$R_n = M_n / (b \times d^2) = 7,88 \text{ Kg/cm}^2$$

$$R_n = \rho \times F_y \times (1 - 0,59 \times (\rho \times F_y) / f'c) \text{ (Mpa)}$$

$$970,97 \rho^2 - 240 \rho + 0,79$$

Maka nilai ρ diperoleh dari rumus abc:

$$\rho_1 = 0,2438$$

$$\rho_2 = 0,0033$$

$$\rho_{\min} = 1,4 F_y = 0,0058$$

$$\rho_b = (0,85 f'c \times \beta) / F_y \times 600 / (600 + F_y)$$

$$= 0,07526$$

$$\rho_{\max} = 0,5 \times \rho_b = 0,0376$$

Karena nilai $\rho < \rho_{\min}$, maka diambil ρ_{\min}

Luas tulangan

$$A_s = \rho \times b \times d = 5,250 \text{ cm}^2$$

Luas tulangan yang digunakan (D12 – 150)

$$D = 1,2 \text{ cm}$$

$$s = 15 \text{ cm}$$

$$A_{s1} = n \times (\text{luas tulangan}) = 7,536 \text{ cm}^2$$

Kontrol $\rho_{\min} < \rho_{\text{aktual}} < \rho_{\max}$

Menghitung momen nominal:

$$M_n = A_s \times F_y (d - a/2) = 157280 \text{ Kg. cm}$$

$$= 1572,80 \text{ Kg. m}$$

Dengan $a = A_s \times F_y / 0,85 f'c \times b = 0,608$

Kontrol :

$$M_n \text{ aktual} > M_n \text{ perlu}$$

$$1572,8 \text{ Kg. m} > 638,58 \text{ Kg. m}$$

Perencanaan Kolom

Perhitungan kolom pada perencanaan awal dilakukan dari lantai paling atas sampai lantai paling bawah pada sebuah struktur. Perhitungan pembebanan dapat dilihat pada tabel 4.

Data :

$$\text{Luas Pelat : } 45,973 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Pelat : } 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi Balok : } 0,7 \text{ m}$$

$$: 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Balok : } 13,615 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi Kolom : } 2 \text{ m}$$

$$: 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Kolom : } 3 \text{ m}$$

Tabel 4 : Pembebanan Kolom

Jenis Beban	Area Tinjau	Beban	Berat(kg)
a. Balok	4,3568 m ²	2400 kg/m ³	10456,3
b. kolom	2,4 m ²	2400 kg/m ³	5760
c. Spesi	0,919 m ²	21 kg/m ²	19,3087
d. Plafond	45,973 m ²	20 kg/m ²	919,46
e. MEP	45,973 m ²	30 kg/m ²	1379,19
f. Pelat	5,51676 m ²	2400 kg/m ³	13240,2
g. Dinding	29,953 m ²	250 kg/m ²	7488,25
h. keramik	45,973 m ²	24 kg/m ²	1103,35
Total			40366,1

Jenis Beban	Area Tinjau	Beban	Berat(kg)
a. Beban Orang	45,973 m ²	250 kg/m ²	11493,3
Total			11493,3

Kombinasi pembebanan

$$1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} = 66829 \text{ Kg}$$

$$\text{Untuk semua lantai} = 757752 \text{ Kg}$$

$$\text{Mutu beton rencana} = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'c = 2,905 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\text{Kontrol Agr} \geq P / f'c$$

$$800000 \text{ mm}^2 \geq 745269 \text{ mm}^2$$

Analisis Tulangan Lentur

Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 10.3

perhitungan analisis tulangan lenutr

kolom sebagai berikut:

Data :

$$b : 400 \text{ mm } f'c : 35 \text{ Mpa}$$

$$h : 2000 \text{ mm } F_y : 390 \text{ Mpa}$$

$$d' : 50 \text{ mm n. tul} : 24$$

$$d : 1950 \text{ mm y} : 1000 \text{ mm}$$

$$\phi : 0,65 \text{ Ag} : 800000 \text{ mm}^2$$

$$D : 25 \text{ Ast} : 11775 \text{ mm}^2$$

Menghitung kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$P_o = 0,85f'_c \times (A_g - A_{st}) + A_{st} \times F_y = 28041944 \text{ N} = 28041,9 \text{ KN}$$

Menghitung kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$P_n \text{ maks} = 0,8 \times P_o = 22433,56 \text{ KN}$$

Menghitung kuat tekan rencana kolom

$$\phi P_n \text{ maks} = \phi \times P_n \text{ maks} = 14581,8 \text{ KN}$$

Kontrol $\phi P_n \text{ maks} > P_u$

$$14581,8 \text{ KN} > 13128 \text{ KN}$$

Menghitung kapasitas penampang pada kondisi seimbang

$$P_b = 0,85f'_c \times a_b \times b + A_s'(F'_s - 0,85f'_c) - A_s \times F_y$$

Diketahui : $\beta = 0,85$

$$C_b = 600 / (600 + F_y) \times d = 1181,82 \text{ mm}$$

Dengan $a_b = \beta \times C_b$

Sehingga nilai $a_b = 1004,55 \text{ mm}$

$$f'_s = 600 \times (C_b - d') / C_b = 574,6 \text{ Mpa} > F_y$$

Menghitung nilai

Sehingga $f'_s = F_y = 390 \text{ Mpa}$ (Tulangan tekan sudah luluh)

Menghitung gaya yang bekerja pada penampang kolom

$$C_c = 0,85f'_c \times a_b \times b = 11954091 \text{ N}$$

$$C_s = A_s'(f'_s - 0,85f'_c) = 2120972 \text{ N}$$

$$T = A_s \times F_y = 2296125 \text{ N}$$

$$P_b = C_c + C_s - T = 11778938 \text{ N}$$

$$= 11778,94 \text{ KN}$$

Diketahui nilai $d'' = 950 \text{ mm}$

$$M_b = C_c (d - (a/2) - d) + C_s(d - d' - d) - T(d'')$$

$$= 17213481768 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$= 17213,48 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Menghitung eksentrisitas pada kondisi seimbang : $e_b = M_b / P_b = 1461,38 \text{ mm}$

Untuk kondisi seimbang, $\phi = 0,65$

$$\phi P_b = 7656309,6 \text{ N} = 7656,31 \text{ KN}$$

$$\phi M_b = 11188763149 \text{ N} \cdot \text{mm} = 11188,8 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Menghitung kapasitas penampang pada kondisi momen murni

$$M_n = A_s \times F_y \times (d - a/2)$$

Dengan nilai

$$a = A_s \times F_y / 0,85f'_c \times b = 192,95 \text{ mm}$$

$$M_n = 4255923161 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\phi M_n = 4255,92 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Kontrol $\phi M_n > M_u$

$$4255,92 \text{ KN} \cdot \text{m} > 1504 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Menghitung tulangan kolom :

Menggunakan persamaan :

$$P_n = \frac{b \times h \times f'_c}{\frac{3h \times e}{d^2} + 1,18} + \frac{A_s \times f_y}{\frac{e}{(d - d')} + 0,5}$$

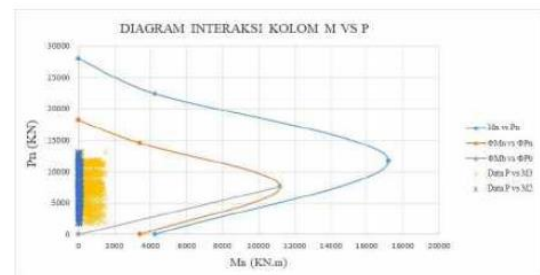
Maka didapatkan nilai

$$A_s = A_s' = 2661,42 \text{ mm}^2$$

Digunakan 12D25 = 5887,5 mm² > A_s

Digunakan 12D25 = 5887,5 mm² > A_s'

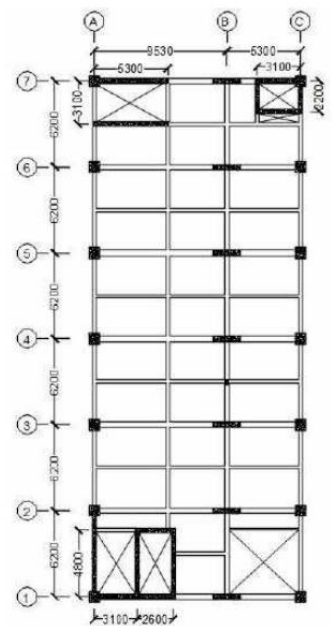
Pada perhitungan analisis kolom tersebut akan menghasilkan grafik interaksi.



Gambar 4. Diagram Interaksi Kolom M vs P

Dinding Geser

Perhitungan dinding geser ditinjau berdasarkan buku Agus Setiawan halaman 396 sampai 406. Lay-out dan Penampang dinding geser dapat dilihat pada gambar.



Data :

$$t_w : 300 \text{ mm} \quad f'_c : 35 \text{ Mpa}$$

$$l_w : 6200 \text{ mm} \quad F_y : 390 \text{ Mpa}$$

hw : 40400 mm λ : 1
D : 16 mm V_u : 2543,58 KN
 $A_{s,n,v}$: 200,96 mm² M_u : 545,05 KN. m

Tulangan pada dinding geser direncanakan berdasarkan gaya geser maksimum pada dinding geser. Pada perencanaan kuat geser nominal harus lebih besar dari gaya geser yang terjadi ($V_n > V_u$).

Syarat tulangan minimum.

Periksa $V_u > 0,083 A_{c,v} \times \lambda \times \sqrt{f'_c}$

$$A_{c,v} = t_w \times l_w = 1860000 \text{ mm}^2$$

$$0,083 A_{c,v} \times \lambda \times \sqrt{f'_c} = 913324 \text{ N} = 913,32 \text{ KN} < V_u$$

Maka rasio tulangan vertical dan horizontal, ρ_l dan $\rho_t > 0,0025$.

Perhitungan jumlah lapis tulangan :

$$0,17 A_{c,v} \times \lambda \times \sqrt{f'_c} = 1870664,4 \text{ N} = 1870,66 \text{ KN} < V_u$$

Maka tulangan dipasang dalam dua lapis Perhitungan tulangan horizontal dan vertikal dinding struktural :

Rasio tulangan minimum adalah 0,0025 sehingga dibutuhkan luas tulangan per meter dinding :

$$0,0025(t_w \times 1000) = 750 \text{ mm}^2/m'$$

Jika dipasang dua lapis, $A_s = 401,92 \text{ mm}^2$. maka jarak antar tulangan sebesar (s) :

$$s = A_s / 750 \text{ mm}^2/m' = 0,536 \text{ m} = 536 \text{ mm} > 450 \text{ mm}$$

maka spasi tulangan digunakan 300 mm dalam dua lapis untuk arah horizontal dan vertikal.

Menghitung Kuat Geser (V_n) :

$$V_n = A_{c,v}(\alpha_c \times \lambda \times \sqrt{f'_c} + \rho_t \times F_y)$$

Mencari nilai

$$\alpha_c : h_w/l_w = 6,52$$

Maka nilai $\alpha_c = 0,17$

$$\rho_t = A_s / (t_w \times s) = 0,004466$$

Maka kuat geser nominal :

$$V_n = 5110140 \text{ N} = 5110,14 \text{ KN}$$

$$\Phi V_n = 3832,6 \text{ KN}$$

Kontrol

$$\Phi V_n > V_u$$

$$3832,6 \text{ KN} > 2543,58 \text{ KN}$$

KESIMPULAN

Pada penulisan ini disain ulang struktur gedung hotel Ibis Padang memiliki kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan ini memiliki tinjauan pembebanan berupa beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban gempa dianalisa dengan metoda static ekuivalen. Dalam mendapatkan gaya – gaya dalam pada gedung tersebut, analisa strukturnya dihitung dengan program ETABS 2013. Dalam perencanaan ini dilakukan menggunakan sistem fixed based dengan menggabungkan SRPMK dan dinding geser sebagai sistem penahan gempa. Pada perencanaan didapatkan volume bagian bawah gedung dari masing – masing komponen lebih besar dibandingkan bagian ke atas gedung. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan beban dari struktur itu sendiri sehingga struktur bagian bawah menahan struktur bagian atas. Namun dalam hal ini gedung bagian atas juga dipengaruhi gaya gempa yang lebih besar dari pada bagian bawah sehingga memberikan gaya yang lebih besar dalam hal beban gempa.
2. Perbandingan volume komponen antara disain ulang struktur gedung hotel Ibis Padang dengan kondisi Eksisting Hotel Ibis Padang. Perbandingan komponen balok didapatkan hasil lebih kecil 15,17% untuk volume pengecoran dan 23,64% untuk Berat penulangan. Perbandingan komponen kolom didapatkan hasil lebih kecil 29,17% untuk volume pengecoran dan 24,32% untuk berat penulangan. Perbandingan komponen pelat didapatkan hasil

lebih kecil 16,58% untuk berat penulangan. Rekapitulasi hasil perbandingan antara disain ulang dan lapangan dapat dilihat pada tabel 5, tabel 6, dan tabel 7.

Tabel 5. Persentase Perbandingan Komponen Balok Antara Disain Ulang Dan Eksisting

No	Nama Lantai	Volume Pengecoran (m ³)		Persentase (%)	Berat Penulangan (Kg)		Persentase (%)
		Disain Ulang	Eksisting		Disain Ulang	Eksisting	
1	lantai Ground	64,25	116,45	44,83	15706,32	23080,154	31,95
2	lantai mezanine	65,26	83,39	21,74	15860,04	19157,12	17,21
3	lantai 1	68,66	77,29	11,17	17397,98	23319,729	25,39
4	lantai 2	68,66	77,29	11,17	17397,98	23319,729	25,39
5	lantai 3	68,66	77,29	11,17	17397,98	23319,729	25,39
6	lantai 4	68,66	77,29	11,17	17397,98	23319,729	25,39
7	lantai 5	68,66	77,29	11,17	17397,98	23319,729	25,39
8	lantai 6	68,66	77,29	11,17	17397,98	23319,729	25,39
9	lantai 7	68,66	77,29	11,17	17397,98	23319,729	25,39
10	lantai 8	68,66	77,29	11,17	17397,98	23319,729	25,39
11	lantai 9	68,66	77,29	11,17	17397,98	23319,729	25,39
12	rooftop	68,54	66,44	-3,15	16598,17	16015,755	-3,64
	Total	815,96	961,92	15,17	204746,33	268130,59	23,64

Tabel 6. Persentase Perbandingan Komponen Kolom Antara Disain Ulang Dan Eksisting

No	Nama Lantai	Volume Pengecoran (m ³)		Persentase (%)	Berat Penulangan (Kg)		Persentase (%)
		Disain Ulang	Eksisting		Disain Ulang	Eksisting	
1	lantai Ground	44,80	54,88	18,37	6175,94	11420,19	45,92
2	lantai mezanine	45,36	68,60	33,88	7621,02	12981,58	41,29
3	lantai 1	36,50	36,50	0,00	6275,16	8356,67	24,91
4	lantai 2	36,50	36,50	0,00	6275,16	8356,67	24,91
5	lantai 3	30,49	36,50	16,46	6218,02	7289,45	14,70
6	lantai 4	25,87	36,50	29,11	6156,97	7289,45	15,54
7	lantai 5	25,87	36,50	29,11	6156,97	6222,23	1,05
8	lantai 6	18,94	36,50	48,10	5186,05	6222,23	16,65
9	lantai 7	18,94	36,50	48,10	5186,05	6222,23	16,65
10	lantai 8	18,94	36,50	48,10	5186,05	6222,23	16,65
11	lantai 9	21,81	42,03	48,10	5971,79	7164,96	16,65
	Total	324,03	457,49	29,17	66409,19	87747,89	24,32

Tabel 7. Persentase Perbandingan Komponen Pelat Antara Disain Ulang Dan Eksisting

No	Nama Lantai	Volume Pengecoran (m ³)		Persentase (%)	Berat Penulangan (Kg)		Persentase (%)
		Disain Ulang	Eksisting		Disain Ulang	Eksisting	
1	lantai Ground	49,96	49,96	0,00	9772,03	11444,71	14,62
2	lantai mezanine	49,96	49,96	0,00	9772,03	11444,71	14,62
3	lantai 1	53,02	53,02	0,00	10005,51	12047,91	16,95
4	lantai 2	53,02	53,02	0,00	10005,51	12047,91	16,95
5	lantai 3	53,02	53,02	0,00	10005,51	12047,91	16,95
6	lantai 4	53,02	53,02	0,00	10005,51	12047,91	16,95
7	lantai 5	53,02	53,02	0,00	10005,51	12047,91	16,95
8	lantai 6	53,02	53,02	0,00	10005,51	12047,91	16,95
9	lantai 7	53,02	53,02	0,00	10005,51	12047,91	16,95
10	lantai 8	53,02	53,02	0,00	10005,51	12047,91	16,95
11	lantai 9	53,02	53,02	0,00	10005,51	12047,91	16,95
12	rooftop	53,02	53,02	0,00	10005,51	12047,91	16,95
	Total	630,09	630,09	0,00	119599,16	143368,58	16,58

DAFTAR PUSTAKA

1. Imanda, Ricky. Maulana, Ray Irwan. Nuroji. dan Indarto, Himawan. (2014).

Perencanaan Struktur Hotel Get's Semarang. Universitas Diponegoro.

- Imran, Iswandi. dan Hendrik, Fajar. 2014. Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang. Bandung : ITB.
- Imran, Iswandi, dan Hendrik, Fajar. 2014. Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang. Bandung : ITB.
- Ismail, Febrin Anas. 2012. Pengaruh Penggunaan Seismic Base Isolation System Terhadap Respons Struktur Gedung Hotel Ibis Padang. Padang.
- Mahaendra, Adhitiyo Eka. Perdana, Prasetya Dita. Indarto, Himawan. dan Pardoyo, Bambang. (2015). Perencanaan Struktur Gedung Hotel Persona Jakarta. Universitas Diponegoro.
- Muliadi. Mochammad, Afifuddin. dan Aulia, T.Budi. (2014). Analisis Respon Bangunan Menggunakan Base Isolator Sebagai Pereduksi Beban Gempa Di Wilayah Gempa Kuat. Universitas Syiah Kuala.
- Palit, Claudia Maria. Pangouw, Jorry D. dan Pandaleke, Ronny. (2016). Perencanaan Struktur Gedung Hotel Jalan Martadinata Manado. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Pramuwicaksono, Anuntyo. Maharani, Dwina. Nuroji. dan Sabdono, Parang.(2014). Perencanaan Struktur Citra Dream Hotel Semarang. Universitas Diponegoro.
- Septiawan, Agus. 2016. Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013. Jakarta : Erlangga.
- SNI 1726:2012. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1727:2013. 2013. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Dan Bangunan Lain. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

12. SNI 2847:2013. 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
13. Wahyudi, Laurentius. dan Rahim, Syahril A. 1999. Struktur Beton Bertulang Standar Baru SNI T-15-1991-03. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama