

Desain Ulang Struktur *Drop Panel* Gedung Jogja Apartemen Digantikan dengan Struktur Balok Menggunakan SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012

Redesign Drop Panel Structure Jogja Apartment Building Replaced with Beam Structure Using SNI 2847:2013 and SNI 1726:2012

Irwan Setyo Wibowo, Yoga A Harsoyo

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak : Perkembangan teknologi beton membuat ikut berkembangnya struktur beton bertulang. Salah satunya adalah struktur *drop panel*. *Drop panel* merupakan struktur pengganti balok yang diproyeksikan dibawah *flat slab* dengan penambahan ketebalan pada kepala kolomnya. Namun, peraturan – paraturan yang menjelaskan tentang struktur ini masih sedikit, sehingga SNI 2847 : 2013 dan SNI 1726 : 2012 memberi batasan pada struktur *drop panel* dan *flat slab* hanya dapat digunakan pada struktur rangka pemikul momen menengah dan digunakan pada wilayah gempa ringan atau sedang. Jogja Apartemen termasuk ke dalam struktur rangka pemikul momen khusus dan berada pada wilayah gempa tinggi. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan mendesain ulang struktur *drop panel* Jogja Apartemen digantikan dengan balok konvensional untuk mendapatkan tingkat keamanan struktur terhadap parameter – parameter beban gempa, persyaratan beton bertulang, perbandingan dimensi awal *drop panel*, balok, dan *flat slab* dengan desain baru dan memperoleh perbandingan rasio volume beton bertulang. Penelitian ini dilakukan dengan merubah perencanaan *drop panel* dan balok awal dengan balok baru tanpa *drop panel* yang dibantu dengan *software* analisis numerik ETABS. Dari hasil penelitian didapat bahwa desain denah balok baru tanpa drop panel dinyatakan aman terhadap parameter – parameter beban gempa berupa periode getar struktur dengan nilai arah x dan y dibawah batas maksimum sebesar 2,03 detik, *base shear* dimana V dinamik lebih besar dari 85% V statik , perpindahan maksimum arah x dan y dibawah batas limit, stabilitas rasio pengaruh P-delta kurang dari nilai maksimum sebesar 0,091, faktor pembesaran torsi kurang dari 3, dan mengalami penurunan volume beton sebesar 16,27% dengan rasio tulangan mengalami penurunan sebesar 12,62%.

Kata Kunci : *drop panel*, desain ulang, balok, beban gempa, keamanan

Abstract: The development of concrete technology makes the development of reinforced concrete structures. One of them is a drop panel structure. The drop panel is a beam replacement structure that is projected under a flat slab by adding thickness to the column head. However, the rules explain that structure are still few, SNI 2847:2013 and SNI 1726:2012 Provide limitation on drop panel structure and flat slab can only be used on medium moment thought structures and used in the Mild or moderate earthquake areas. Jogja Apartment is included in the structure of the special moments of the high earthquake area. Therefore research by redesigning the drop panel structure replaced with conventional beam to obtain the level of safety structure to parameters earthquake load, reinforced concrete requirements, comparison of the initial dimensions of drop panels, beams, and flat slab with a new design and obtaining comparisons of reinforced concrete volume ratios. This research is changing the plan drop panel and the initial beam with a new beam plan without the drop panel assisted by ETABS numerical analysis software. The results of the research gained that the new beam floor design without a drop panel was declared safe against the parameters earthquake load parameters in the form of vibration period structure with x and y of direction below the maximum limit of 2.03 seconds, base shear where V dynamic Greater than 85% V static, the maximum displacement of the x and y directions under the limit, the stability of

the P-delta effect ratio is less than the maximum of 0.091, the torque enlargement factor is less than 3, and the concrete volume the ratio of reinforcement decreases by 16.27% and 12.62%.

Keywords: drop panels, redesign, beam, earthquake load, safety.

1. Pendahuluan

Semakin berkembangnya inovasi di dunia arsitektur membuat ikut berkembangnya struktur bangunan gedung, salah satunya struktur *drop panel* dan *flat slab*. Menurut BSN (2013) Menjelaskan bahwa Panel drop (*Drop panel*) adalah struktur yang diproyeksikan dibawah *flat slab* yang digunakan untuk mengurangi jumlah tulangan negatif sepanjang kolom atau tebal pelat perlu minimum, dan untuk meningkatkan geser *slab*. BSN (2013), Menjelaskan bahwa *Flat slab* adalah komponen struktur lentur menerus untuk momen positif dan negatif kritis.

Flat slab memiliki kelemahan terutama jika dibangun didaerah gempa. Perilaku dan metoda desain *flat slab* terhadap beban gravitasi telah dikenal dengan baik, tetapi terhadap beban lateral beberapa masalah belum dapat dirumuskan dengan pasti (Dovich dan Weght, 2005). Kelemahan tersebut mengakibatkan ditetapkannya pembatasan penggunaan *flat slab*. ASCE 7-05 menetapkan batasan tinggi maksimum untuk struktur *flat slab* (dalam hal ini belum ada pembatasan dalam SNI) SNI 2847:2013 memasukan *flat slab* ke dalam struktur rangka pemikul momen menengah dengan konsekuen *flat slab* sebagai *single system* hanya dapat digunakan pada wilayah gempa ringan atau sedang.

Melihat dari beberapa kelemahan tersebut penelitian ini menggunakan struktur balok konvensional sebagai pengganti *flat slab* karena dirasa lebih aman melihat struktur bangunan termasuk kedalam struktur rangka pemikul momen khusus dan termasuk kedalam wilayah gempa sedang atau berat. Desain balok yang diteliti memiliki bentuk dan letak yang berbeda beda pada setiap lantai dan ruangan melihat dari luas pelat lantai dan beban yang diterima. desaian ulang dilakukan untuk menganalisa perbedaan balok awal yang sudah ada dan ketebalan pelat lantai. desain ulang dilakukan terhadap gedung Jogja apartemen yang menggunakan struktur *flat slab* dan *drop panel*. redesain dilakukan menggunakan peraturan

SNI 2847:2013 untuk struktur beton bertulang, SNI 2052:2017 untuk tulangan baja yang digunakan, PPPURG 1989 dan SNI 1727:2013 untuk pembebanan serta SNI 1726:2012 untuk beban gempa. Bangunan Jogja apartemen dapat dilihat pada Gambar 1.

Balok berdasarkan SNI 2847:2013 harus dirancang terhadap 4 analisis yaitu : (1) kapasitas lentur balok (2) kapasitas geser balok (3) kapasitas puntir torsi dan (4) kapasitas sambungan balok kolom. Struktur balok dilapangan sangat banyak ditemui baik bangunan tingkat rendah maupun gedung tingkat tinggi sehingga dilakukannya penelitian desain ulang gedung tingkat tinggi yang menggunakan *flat slab* dan *drop panel* digantikan dengan struktur balok guna mengetahui tingkat kelayakan struktur bangunan terutama terhadap gempa bumi.



Gambar 1 Bangunan Jogja Apartemen

2. Metode Penelitian

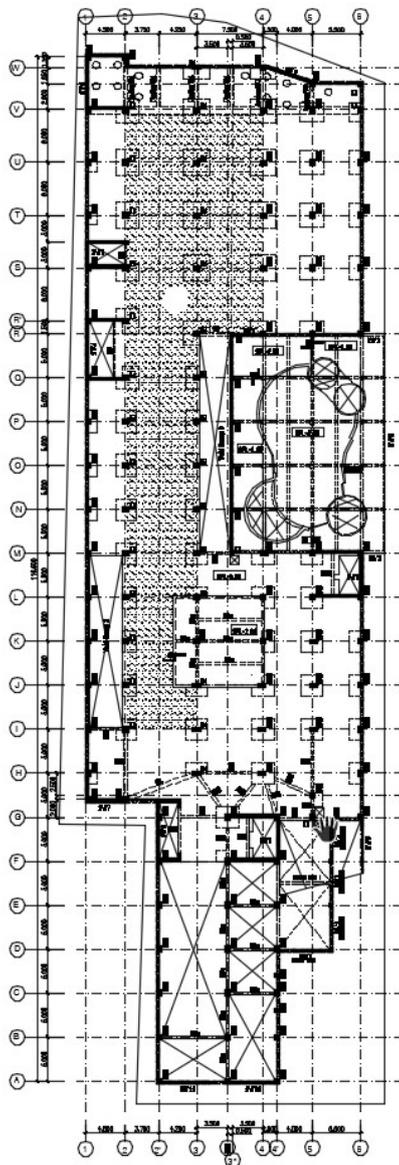
Penelitian ini dilakukan dengan cara meredesain *drop panel* dan *flat slab* yang merupakan struktur awal pelat lantai gedung Jogja apartemen. Redesain dilakukan dengan 5 tahapan yaitu pengumpulan data, membuat denah balok, mengolah data gempa, pemodelan menggunakan *software*, perhitungan pembebanan dan analisa manual yang dilakukan secara manual menggunakan program.

Pengumpulan Data

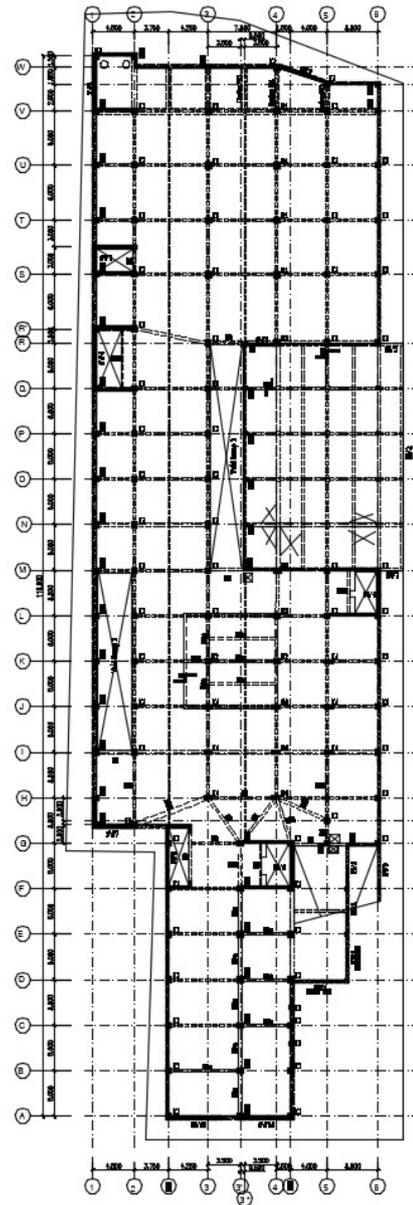
Eden dkk (2019) mengumpulkan data penelitian berupa data tanah, denah, detail dan standar. Data tanah berupa data borlog, data denah berupa denah rencana *drop panel*, *flat slab*, kolom, *shearwall*, data detail berupa detail penulangan kolom, *shear wall*, *flat slab*, *drop panel*, data standar berupa SNI 2847:2013, SNI 1726:2012, SNI 2052:2017, 03-1727:1989 dan SNI 1727:2013.

Membuat denah balok

denah awal yang menggunakan *drop panel* dapat dilihat pada Gambar 2. dan denah baru yang menggunakan struktur balok dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 Denah *drop panel* dan *flat slab* lantai 1 Jogja apartemen

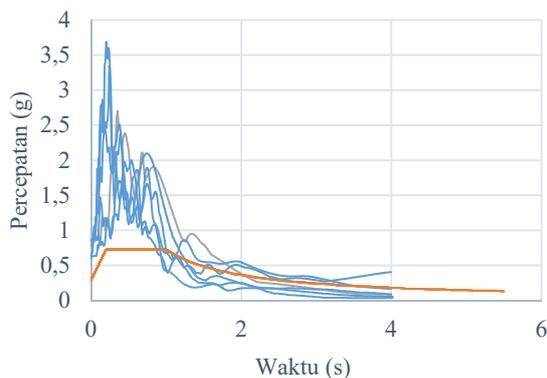


Gambar 3 Denah balok lantai 1 Jogja apartemen

Mengolah data gempa

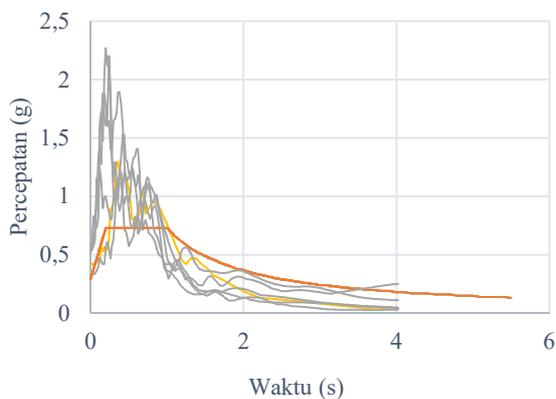
Sidi dan Ma'sum (2017) melakukan penelitian terhadap menara baja dengan 40 data rekaman beban gempa. Sedangkan penelitian ini menggunakan 3 data rekaman beban gempa yang dimodifikasikan dengan respon spektrum. Apabila analisis 3 dimensi dilakukan maka gerak tanah harus terdiri sepasang komponen percepatan tanah horisontal yang sesuai, yang harus diseleksi dan di skalakan dari rekaman peristiwa gempa individual (BSN, 2012). dan juga menjelaskan bahwa bangunan tingkat tinggi atau diatas 10 lantai harus dianalisa terhadap parameter-parameter beban gempa

yaitu : Periode getar struktur, *Base shear*, *Story shear*, *Displacement*, pengaruh *P-Delta* dan *Torsi* dan dianalisis menggunakan analisis Non-linear rekaman beban gempa *Time History*. rekaman beban gempa yang digunakan harus 3 rekaman yang berbeda dan dimodifikasikan dengan *Respon spektrum*. 3 rekaman gempa yang digunakan yaitu Elsentro, Kobe dan Tabas yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Akselerogram sebelum dimodifikasi dengan Respon Spektrum

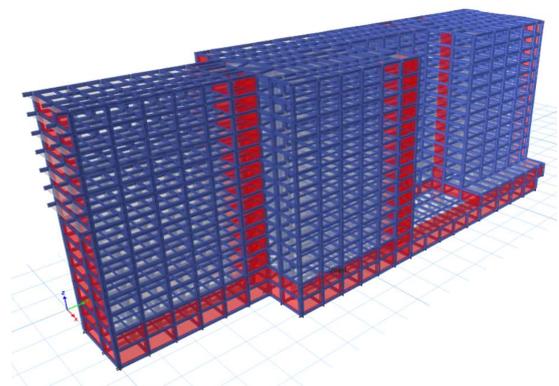
SNI 1726:2012 menjelaskan apabila rekaman gerak tanah yang tidak sesuai tidak mencakupi maka harus dibuat rekaman gerak tanah buatan, gerak tanah tersebut harus diskalakan sedemikian rupa sehingga nilai rata-rata spektrum respons dengan redaman 5 % dari semua gerak tanah yang sesuai disitus tersebut tidak boleh kurang dari spektrum respons desain setempat untuk rentang perioda dari $0,2T$ hingga $1,5T$, dimana T adalah perioda getar alami struktur dalam ragam getar fundamental untuk arah respon yang dianalisis. Hasil modifikasi rekaman gempa dengan respon spektrum dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 5 Akselerogram sesudah dimodifikasi dengan Respon Spektrum

Pemodelan menggunakan software

Pudjisuryadi dkk (2018) Melakukan pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak SAP 2000 dengan stuktur balok dan kolom dimodelkan sebagai *frame*, *shearwall* dan pelat dimodelkan dengan *shell* dilakukan terhadap pemodelan struktur tidak beraturan 9 lantai. Penelitian ini menggunakan *software* perhitungan numerik ETABS V 17. dengan balok dan kolom dimodelkan sebagai *frame*, pelat lantai dan *shear wall* dimodelkan sebagai *shell* untuk mendapatkan gaya dalam pada struktur balok, pelat dan parameter beban gempa. yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Pemodelan struktur gedung menggunakan ETABS

Pendefiasian Beban Bekerja

Banyak penelitian seperti penelitian yang dilakukan oleh Prabowo dan Lase (2017), Sukrawa (2014), Viswanathan dan Ganesh (2014) menggunakan tiga jenis beban yang bekerja yaitu beban hidup, beban mati, beban gempa. Beban yang digunakan dalam penelitian ini berupa beban mati tambahan (dinding, lantai, plafon, *plumbing*, dan *mechanical*). beban hidup berupa beban pekerja, beban angin, beban hujan yang dihitung menggunakan SNI 1727:1989, SNI 1727:2013 dan SNI 1726:2012.

Pembebanan

Pembebanan pada model struktur terdiri atas pembebanan statik dan dinamik (gempa), beban dari atap (rangkadan penutup atap, plafond dan aksesoris), dan beban hidup orang luasan (Soelarso dan Baehaki, 2017). Sedangkan untuk beban gempa dibebankan secara statik ekuivalen dan dinamik dengan metode riwayat waktu sesuai dengan SNI

1726:2012. Beban mati, hidup, hujan dan beban gempa digunakan dalam bentuk kombinasi. SNI 1726:2012 yang merupakan SNI untuk beban gempa meberikan 2 jenis kombinasi untuk metode beban ultimit dan kombinasi untuk metode tegangan ijin. penelitian ini menggunakan kombinasi pembebanan untuk beban ultimit. Kombinasi pembebanan untuk metode beban ultimit dasarnya ada 7 kombinasi dimana pada kombinasi 5 dan 7 terdapat beban gempa. akibat pengaruh beban gempa kombinasi untuk metode ultimit didapat 21 kombinasi pembebanan seleuruh kombinasi pembebanan dapat dilihat pada persamaan 1 hingga 23.

- 1,4 D (1)
- 1,2 D + 1,6 L + 0,5 R (2)
- 1,2 D + 1,6 R + L (3)
- 1,2D + 1,6 R + 0,5 W (4)
- 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 R (5)
- 1,346 D + L + 0,39 EX + 1,3 EY (6)
- 1,346 D + L + 0,39 EX - 1,3 EY (7)
- 1,346 D + L - 0,39 EX + 1,3 EY (8)
- 1,346 D + L - 0,39 EX - 1,3 EY (9)
- 1,346 D + L + 1,3 EX + 0,39 EY (11)
- 1,346 D + L + 1,3 EX - 0,39 EY (12)
- 1,346 D + L - 1,3 EX + 0,39 EY (13)
- 1,346 D + L - 1,3 EX - 0,39 EY (14)
- 0,9 D + 1,0 W (15)
- 0,753 D + 0,39 EX + 1,3 EY (16)
- 0,753 D + 0,39 EX - 1,3 EY (17)
- 0,753 D - 0,39 EX + 1,3 EY (18)
- 0,753 D - 0,39 EX - 1,3 EY (19)
- 0,753 D + 1,3 EX + 0,39 EY (20)
- 0,753 D + 1,3 EX - 0,39 EY (21)
- 0,753 D - 1,3 EX + 0,39 EY (22)
- 0,753 D - 1,3 EX - 0,39 EY (23)

Analisa Manual

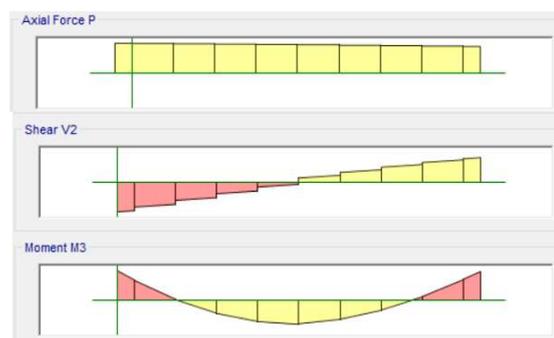
Gunawan dkk (2019) dalam penelitiannya melakukan analisa terhadap struktur hubungan pelat - kolom pada struktur *flat slab* terhadap beban grafitasi dan lateral gempa menggunakan peraturan ACI 352,1R-89 dan ASCE 7-05 dengan tujuan mendapat tingkat keamanan sambungan pelat – kolom. Budiono dan Wicaksono (2016) melakukan analisa terhadap Analisis gedung dengan struktur beton bertulang 20 lantai terhadap ketidak beraturan struktur dan *Displacement*. Menggunakan SNI 2847:2012 analisis riwayat waktu non-linier

dan push over dan SNI 2847:2002 dimodelkan dengan perangkat lunak perhitungan numerik SAP 2000. Sedangkan penelitian ini melakukan analisa terhadap struktur gedung beton bertulang 14 lantai terhadap *Story shear*, *Displacement*, pengaruh *P-Delta* dan *Torsi* dan dianalisis menggunakan analisis Non-linier rekaman beban gempa *Time History* dimodelkan dengan perangkat lunak perhitungan numerik ETABS. Analisa manual dilakukan untuk mendapatkan beban yang akan diinputkan kedalam pemodelan serta analisis parameter beban gempa, perancangan balok dan pelat lantai digunakan SNI 1727:2013, SNI 1727:1989, SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013.

Analisa Balok

dari denah awal bangunan dimodelkan ulang menggunakan balok rencana dengan dimensi balok induk (300 x 550), balok anak (200 x 300) , balok ring (300 x 500) dan *tie beam* (300 x 500) dengan bentang terpanjang 8 meter. desain balok awal tetap digunakan hanya dianalisis kembali dengan mutu baja dan dimensi baru menyesuaikan dengan analisis gaya dalam.

Analisa kapasitas tekan balok dianalisa terhadap *Normal force Diagram*, kapasitas geser balok dianalisa terhadap *Shear Force Diagram*, dan kapasitas lentur balok dianalisis terhadap *Bending Momen Diagram*. output gaya dalam yang diperoleh dari analisis software ETABS dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Output gaya dalam balok

3. Hasil dan Pembahasan

Parameter beban gempa

Penelitian membuahkan hasil dimana sesuai dengan yang diisyaratkan SNI 1726:2012 bahwa bangunan gedung tingkat tinggi atau berlantai banyak harus aman

terhadap parameter-parameter beban gempa sebagai berikut :

Perioda getar struktur

Struktur bangunan yang didesain ulang dengan balok pada pemodelan didapat perioda getar struktur pada arah X sebesar 1,479 dan pada arah Y 1,314 dimana batas minimum yang diisyaratkan untuk arah X sebesar 1,464 dan Arah Y sebesar 1,464 sedangkan batas maksimum untuk arah X sebesar 2,049 dan Arah Y sebesar 2,049. Dapat disimpulkan bahwa struktur ketika terkena beban gempa pada arah X termasuk *balance* tidak terlalu kaku dan daktai sedangkan arah Y struktur

sedikit lebih kaku karena dibawah batas minimum yang diisyaratkan.

Bhase shear

Gaya geser dasar struktur yang didapat dari pemodelan untuk $V_{dinamik}$ arah X sebesar 21.947,45 kN dan arah Y sebesar 16.785,13 sedangkan V_{statik} arah X sebesar 16.784,262 kN dan arah Y sebesar 16.784,262 dengan faktor pembesaran skala pada arah X sebesar 0 dan arah y sebesar 1,285 dimana diisyaratkan bahwa $V_{dinamik} > V_{statik}$ perbandingan gaya geser dasar struktur dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Kontrol skala desain awal

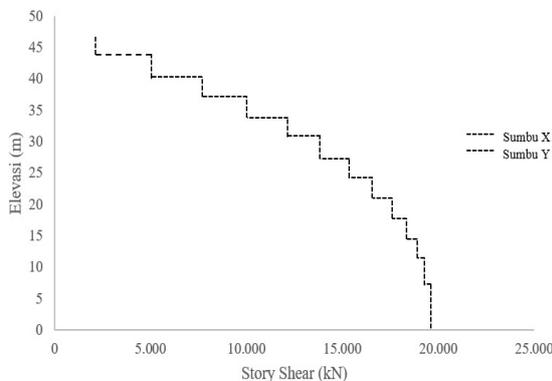
Arah Gaya	Skala faktor awal	V_s (kN)	85% V_s (kN)	V_d (kN)	Kontrol $V_d \geq 85\%V_s$	Skala Bru 85% V_s/V_d	Skala awal x Skala baru
X	1,226	19.746,19	16.784,26	21.947,45	OK	0	1,226
Y	1,226	19.746,19	16.784,26	13.060,13	Tdk OK	1,285	1,576

Tabel 2 Kontrol skala desain baru

Arah Gaya	V_s (kN)	85% V_s (kN)	V_d (kN)	Kontrol $V_d \geq 85\%V_s$
X	19746,19	16.784,262	21.947,45	OK
Y	19746,19	16.784,262	16.785,13	OK

Story shear

Gaya geser setiap lantai perhitungan equivalen statik arah X dan Y dapat dilihat pada terlampir Gambar 7 dimana gaya geser pada setiap lantai pada arah X dan Y sama.



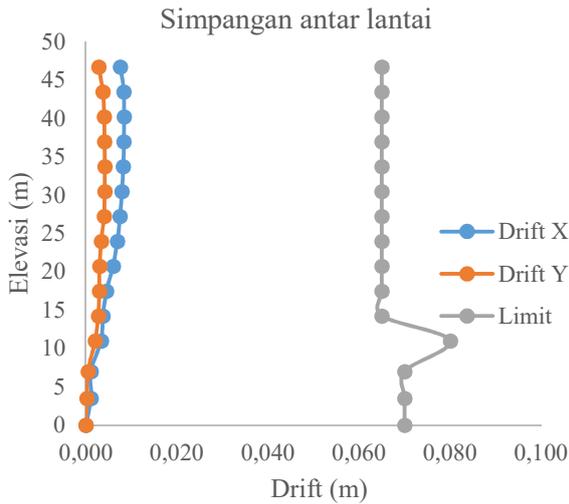
Gambar 7 Grafik gaya geser tingkat untuk statik ekivalen

Partisipasi massa bangunan

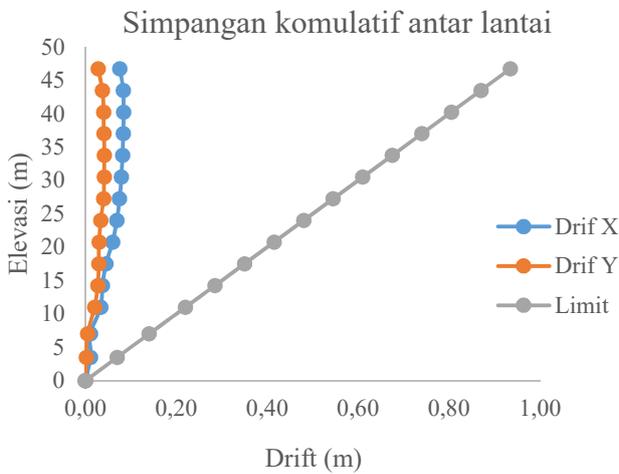
Dari analisis menggunakan *software* didapat *modal participacing massa* pada arah X sebesar (92,47 persen) dan pada arah Y sebesar (90,93 persen) sesuai dengan yang diisyaratkan dalam peraturan bahwa partisipasi massa bangunan tidak boleh kurang dari (90 persen)

Displacement

Sesuai dengan peraturan yang diisyaratkan *Displacement* struktur tidak melebihi batas limit baik antar lantai maupun kumulatif dengan nilai maksimum pada lantai teratas arah X sebesar 15,06 mm dan arah Y sebesar 7,55 mm. grafik *Displacement* struktur dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8 Grafik simpangan antar lantai



Gambar 9 Grafik komulatif simpangan antar lantai

Pengaruh P-Delta

Pengaruh P-Delta dan kontrol koefisien stabilitas (θ) dihitung untuk setiap lantai struktur gedung terhadap kedua arah yang ditinjau, kontrol koefisien stabilitas (θ) maksimum untuk arah X sebesar 0,066 dan untuk arah Y sebesar 0,035 tidak lebih besar dari koefisien stabilitas (θ) sebesar 0,91 untuk seluruh lantai pada arah X dan Y.

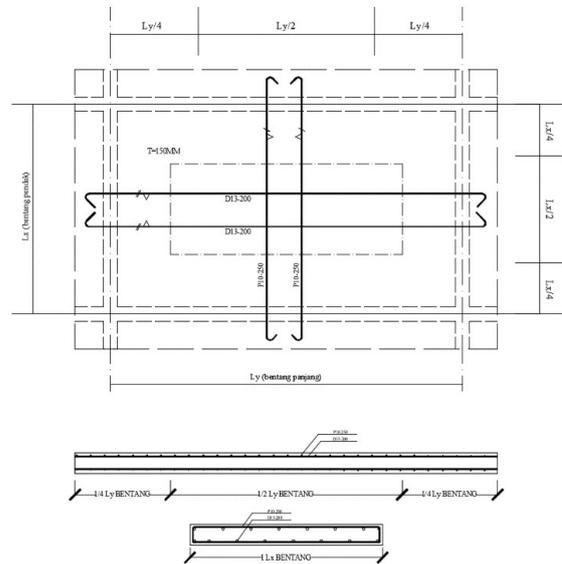
Ketidak beraturan struktur

Eksentrisitas dari torsi atau ketidak beraturan struktur tak terduga adalah eksentrisitas tambahan 5% dari dimensi bangunan masing masing arah X dan arah Y. Struktur yang dirancang untuk kategori desain seismik D dimana tipe 1a atau 1b ketidak

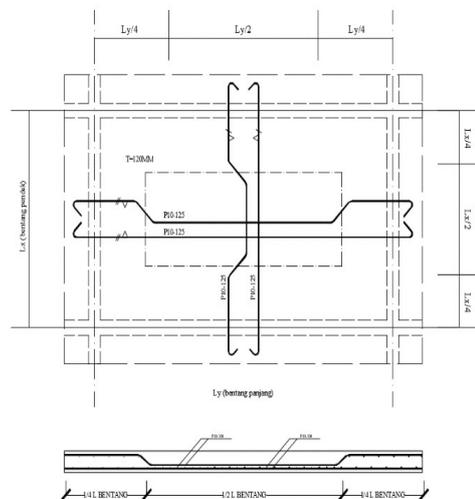
beraturan torsi tidak terjadi dengan faktor pembesaran torsi sebesar 1.

Pelat

Penelitian membuahkan hasil bahwa pelat yang didesain dengan struktur balok mengalami perubahan dimensi dan tulangnya dimana ketebalan pelat lantai mengalami penurunan sebesar 0,52% dan untuk perubahan luasan tulangan pelat mengalami penurunan sebesar 0,53%. Hal tersebut dikarekan struktur *drop panel* di gantikan dengan balok dan mutu baja tulangan menggunakan SNI 2052:2017. Detail dimensi dan tulangan pelat dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10 Detail penulangan pelat lantai satu arah desain ulang



Gambar 11 Detail penulangan pelat lantai S1 S2 S3 S4 Desain ulang

Balok

setelah struktur *drop panel* diganti dengan struktur balok, balok desain awal mengalami perubahan dimensi dan luasan tulangnya dimana pada dimensi balok mengalami penurunan sebesar 33,2% dan pada luasan tulangan mengalami penurunan sebesar 39,06%. Hal tersebut karena berkurangnya

beban pelat karena penurunan ketebalan pelat itu sendiri dan mutu baja tulangan menggunakan SNI 2052:2017. Untuk melihat perubahan pada desain perencanaan awal dengan desain ulang dapat dilihat pada Tabel 3, 4 dan 5. dimana rasio tulangan dan dimensi perencanaan awal dibandingkan dengan rasio tulangan desain ulang.

Tabel 3 Perubahan dimensi balok

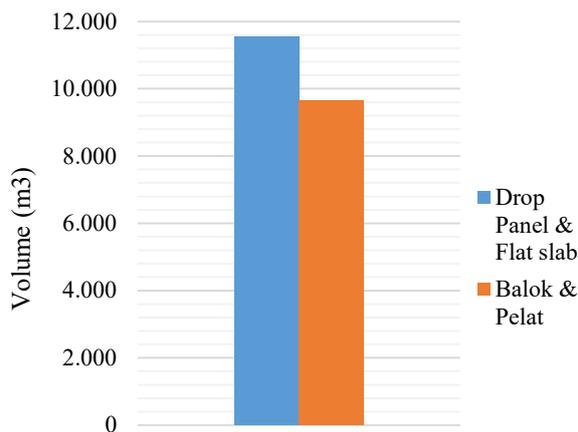
Balok	Sebelum			Sesudah			Perubahan %	Keterangan
	lebar	Tinggi	luas (mm ²)	lebar	Tinggi	luas (mm ²)		
B1	500	550	275000	500	550	275000	0	Tetap
B1a	370	500	185000	300	500	150000	18,91	Turun
B2	300	500	150000	300	500	150000	0	Tetap
B3	300	500	150000	250	450	112500	25	Turun
B3a	300	500	150000	250	450	112500	25	Turun
B4	350	500	175000	300	500	150000	14,28	Turun
B5	200	400	80000	200	400	80000	0	Tetap
B6	150	400	60000	150	400	60000	0	Tetap
B induk	-	-	-	300	550	165000	-	
B Anak	-	-	-	150	300	45000	-	
Ring Balk	-	-	-	300	500	150000	-	
Tie Beam	-	-	-	300	500	150000	-	

Tabel 4 Perbandingan tulangan tumpuan balok hasil perancangan ulang dengan desain awal

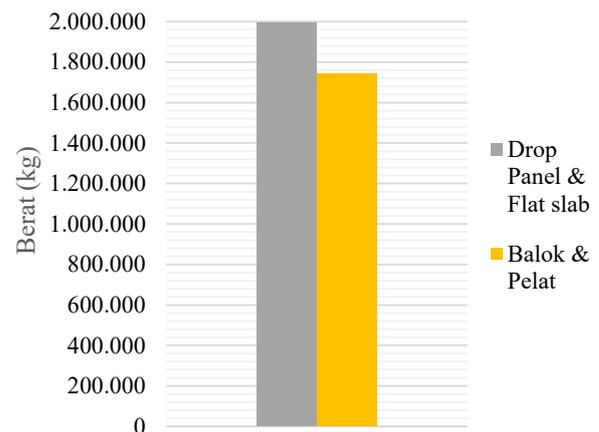
Balok	Tumpuan								Perubahan (%)	Keterangan
	Sebelum				Sesudah					
	Tulangan		Luas (mm ²)		Tulangan		Luas (mm ²)			
B1	23	D 25	11290,1	9	D 19	2551,759	77,398	Turun		
B1a	13	D 25	6381,36	10	D 19	2835,287	55,569	Turun		
B2	10	D 25	4908,74	11	D 19	3118,816	36,464	Turun		
B3	9	D 19	2551,76	11	D 19	3118,816	22,222	Naik		
B3a	4	D 19	1134,11	8	D 19	2268,23	100	Naik		
B4	6	D 25	2945,24	11	D 19	3118,816	5,893	Naik		
B5	6	D 19	1701,17	8	D 19	2268,23	33,333	Naik		
B6	6	D 19	1701,17	8	D 16	1608,495	5,448	Turun		
B induk	-	-	-	12	D 19	3402,345	-	-		
B Anak	-	-	-	8	D 16	1608,495	-	-		
Ring Balk	-	-	-	16	D 19	4536,46	-	-		
Tie Beam	-	-	-	9	D 19	2551,759	-	-		

Tabel 5 Perbandingan tulangan lapangan balok hasil perancangan ulang dengan desain awal

Balok	Lapangan								Perubahan (%)	Keterangan
	Sebelum				Sesudah					
	Tulangan		Luas (mm ²)	Tulangan		Luas (mm ²)				
B1	7	D 25	3436,12	9	D 19	2551,759	25,74	Turun		
B1a	11	D 25	5399,61	8	D 19	2268,23	57,99	Turun		
B2	5	D 25	2454,37	9	D 19	2551,759	3,97	Naik		
B3	7	D 19	1984,7	13	D 19	3685,874	85,71	Naik		
B3a	4	D 19	1134,11	10	D 19	2835,287	150	Naik		
B4	5	D 25	2454,37	8	D 19	2268,23	7,58	Turun		
B5	6	D 19	1701,17	8	D 19	2268,23	33,33	Naik		
B6	6	D 19	1701,17	6	D 16	1206,372	29,09	Turun		
B induk	-	-	-	8	D 19	2268,23	-	-		
B Anak	-	-	-	7	D 16	1407,434	-	-		
B Ring Balk	-	-	-	15	D 19	4252,931	-	-		
B Tie Beam	-	-	-	15	D 19	4252,931	-	-		



Gambar 12 Grafik perbandingan volume beton drop panel dan flat slab



Gambar 13 Grafik perbandingan volume baja drop panel dan flat slab

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil desain ulang struktur gedung jogja apartemen didapat kesimpulan sebagai berikut :

a. Struktur bangunan yang didesain ulang menggunakan balok konvensional memiliki berat yang lebih ringan pada struktur pelat lantainya sehingga dapat disimpulkan bangunan lebih aman terhadap parameter beban gempa yaitu *Baseshear*, *Displacement*, pengaruh P-Delta, dan ketidak beraturan struktur.

b. Pelat lantai yang mengalami penurunan ketebalan (0,52 persen) dapat disimpulkan bahwa memiliki volume pekerjaan beton yang lebih sedikit namun tidak dapat disimpulkan bahwa waktu pekerjaan lebih cepat karena pekerjaan struktur *flat slab* tanpa membuat struktur balok. Sebanding dengan penurunan ketebalan pelat lantai rasio tulangan baja pada pelat juga mengalami penurunan sebesar (0,53 persen) sehingga dapat disimpulkan dalam pekerjaan pembesian pelat lebih cepat dibanding *flat slab*.

- c. Balok desain ulang memiliki penurunan dimensi (33,2 persen) dibandingkan desain awal hal tersebut disebabkan berkurangnya beban pelat lantai karena penurunan ketebalan. Untuk tulangan baja balok desain ulang juga mengalami penurunan sebesar (39,06 persen) hal ini disebabkan karena tulangan baja menggunakan SNI 2052:2017 dengan mutu yang lebih tinggi dan juga berkurangnya beban dari pelat lantai
- d. Dari hasil perhitungan yang dilakukan volume beton desain ulang mengalami penurunan sebesar 16,274 % dengan selisih 1896,46 m³ dan untuk volume tulangan baja juga mengalami penurunan sebesar 12,623 % dengan selisih 251778,598 kg.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih banyak kepada dosen, pihak lain serta Pt. Surya Argon Jaya yang telah berkenan memberikan data berupa (*softcopy*) dan data tanah (*softcopy*) yang dibutuhkan peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Daftar Pustaka

- BSN. 2013. SNI 03-2847-2013: *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Bandung.
- BSN. 2012. SNI 1726-2012: *Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Bandung.
- Budiono, B. dan Wicaksono, E. B., 2016, Perilaku Struktur Bangunan Dengan Ketidakberaturan Vertikal Tingkat Lunak Berlebihan Dan Massa Terhadap Beban Gempa, *Jurnal Teknik Sipil*, 23(2), 0853-2982.
- Dovich, L. and Wight, J.K., 2005, Effective Slab width Model for Seismic Analysis of Flat Slab Frames, *ACI Struktural Journal*, 102(6), 868.
- Eden, S., Aminullah, A. dan Andreas Triwiyono, A., 2019, Reinforced Concrete (RC) Beam Design Application for Android Based on SNI 2847:2013 (CEMA), *MATEC Web of Conferences* 258, SCESCM 2018.
- Gunawan, A., Dewi, S. H. dan Adha, A., 2019, Studi Pengaruh Bukaannya Corewall Terhadap Kinerja Lateral Sistem Struktur Yang Mengalami Beban Gempa, *Jurnal Saintis*, 19(1), 1410-7783.
- Prabowo, A. dan Lase, Y., 2016, Tinjauan Nilai Faktor Modifikasi Respon (R) dan Faktor Kuat Lebih (Ω) Pada Struktur Gabungan Rangka Baja dan Rangka Beton Bertulang dengan Analisis Pushover, *Jurnal Teknik Sipil*, 23(1), 0853-2982.
- Pudjisuryadi, P., Lumantarna, B., Setiawan, R. dan Handoko, 2018, Performance of an Existing Reinforced Concrete Building Designed in Accordance to Older Indonesian Seismic Code: A Case Study for a Hotel in Kupang, Indonesia, *Civil Engineering Dimension*, 20(1), 1410-9530.
- Sidi, I. D. dan Ma'sum, A. R., 2017, Keandalan menara televisi rangka baja akibat beban gempa. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(3), 0853-2982.
- Soelarso, S., dan Baehaki, B., 2017, Evaluasi Simpangan Struktur Akibat Penambahan Lantai dengan Metode Analisis Statik dan Dinamik Response Spectrum (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Dekanat Fakultas Teknik UNTIRTA), *Jurnal Spektran*, 5(2), 2302-2590.
- Sukrawa, M., 2014, Design Aspect of Including Infill Wall in RC Frame Design. *Civil Engineering Dimension*, 16(1), 1410-9530.
- Viswanathan, T. S., Ganesh, G. M., and Santhi, A. S., 2014, Investigation of Shear Stud Performance in Flat Plate Using Finite Element Analysis, *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 46(3), 328-341.