

JURNAL TEKNIK SIPIL
MACCA

Analisis Perbandingan Struktur *Flat Slab Drop Panel* dan Pelat dengan Balok Gedung 5 Lantai Menggunakan Aplikasi ETABS

Abd. Karim Hadi¹, Toni Utina², Zaifuddin³, Ilham Manipi⁴, Lukman⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

¹⁾ abdkarim.hadi@umi.ac.id; ²⁾ toni.utina@umi.ac.id; ³⁾ zaifuddin.zaifuddin@umi.ac.id;
⁴⁾ manipiiilham98@gmail.com; ⁵⁾ lukmanjalaluddin@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan struktur gedung bertingkat menggunakan sistem pelat dengan *drop panel* berdampak pada peningkatan kebutuhan material konstruksi. Salah satu material konstruksi yang paling banyak dibutuhkan adalah tulangan. Penggunaan material tulangan pada bangunan tinggi salah satunya ada di elemen struktur pelat lantai. Ada dua teknik dalam sistem konstruksi pelat yaitu pelat dengan *drop panel* dan pelat dengan balok. Pelat dengan *drop panel* memiliki kelebihan dalam mengurangi ketinggian struktur, adapun kekurangannya adalah *flat slab* membutuhkan pelat yang lebih tebal dari pelat dengan balok, untuk mengatasi lendutan dan *punching shear*. Dalam penelitian ini, suatu struktur beton bertulang Gedung 5 lantai akan diketahui sistem struktur terhadap pengaruh beban gempa dan volume penggunaan material tulangannya dengan 2 pembandingan, yaitu pelat dengan *drop panel* dan pelat dengan balok. Dalam perhitungan digunakan peraturan SNI 2847-2019, SNI 1726-2019 dan SNI 1727-2020. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh *base shear*, *displacement* dan periode yang ditimbulkan akibat gaya gempa pada sistem struktur pelat dengan balok lebih kecil dari sistem struktur pelat dengan *drop panel* dan perbandingan volume pembesian pada *flat slab drop panel* sebesar 1461522.11 kg sedangkan tipe pelat dengan balok sebesar 102431.845 kg dapat dikatakan bahwa pekerjaan pembesian pelat dengan balok lebih ekonomis daripada sistem pelat dengan *drop panel*.

Kata kunci: Pelat, *drop panel*, balok, pembesian

ABSTRACT

The construction of high-rise buildings using a slab system with drop panels increase in the need for construction materials. One of the most widely needed construction materials is reinforcement. The use of reinforcement materials in high-rise buildings is one of the structural elements of the floor slab. There are two techniques in the slab construction system, namely slab with drop panels and slab with beams. Slabs with drop panels have advantages in reducing the height of the structure, while the disadvantages are flat slabs require plates that are thicker than slabs with beams, to overcome deflection and punching shear. In this study, a reinforced concrete structure of a 5-storey building will be known about the structural system against the effects of earthquake loads and the volume of use of reinforcing materials with 2 comparisons, namely plates with drop panels and plates with beams. In the calculation, the regulations of SNI 2847-2019, SNI 1726-2019, and SNI 1727-2020 are used. The results showed that the effect of base shear, displacement and period caused by earthquake forces on the slab structure system with beams is smaller than the slab structure system with drop panels and the ratio of the volume of iron on the plate system with drop panel is 1234567 kg while the plate type with the beam is 1461522.11 kg. 102431.845 kg it can be said that the work of slab with beams is more economical than the slab system with drop panels.

Keywords: Slab, *drop panel*, beam, reinforcement

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sistem struktur bangunan bertingkat harus diperhitungkan kemampuannya dalam memikul beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Diantaranya adalah beban gravitasi dan beban lateral seperti beban gempa. Jaminan struktur untuk bisa memikul beban-beban tersebut akan menjadi kemampuan layan struktur secara memadai sehingga setiap orang yang ada dan tinggal di dalam bangunan tersebut merasa aman serta nyaman.

Sistem struktur penahan beban lateral yang mampu meningkatkan ketahanan bangunan terhadap gempa adalah rangka pemikul momen (*momen resisting frame*), portal dinding (*walled frame*), rangka bresing (*braced frame*), dinding geser (*shear walldan core wall*) dan lain-lain. Salah satu sistem struktur yang dipertimbangkan sebagai penahan beban gravitasi adalah sistem lantai yang merupakan bagian terbesar dari struktur bangunan. Pada umumnya sistem lantai merupakan kombinasi dari pelat dengan balok induk maupun balok anak seperti pelat satu arah (*one way slab*), pelat rusuk satu arah (*one way rib/joist slab*), pelat dua arah (*two way slab*), pelat rusuk dua arah (*waffle slab*) dan lain-lain.

Selain itu, struktur *flat slab* yang membuat tinggi lantai minimum dapat mengurangi efek beban lateral serta peluang penambahan jumlah lantai dengan batasan tinggi bangunan yang ketat. Namun kelemahan struktur *flat slab* adalah sangat mungkin terjadi *punching shear* (kegagalan geser) akibat tidak adanya kekakuan pada sambungan pelat dan kolom, gaya geser di sekitar kolom sangat tinggi, dan defleksi cenderung sangat besar karena ketebalan pelat menjadi tipis dari pelat dengan balok. Hal itu terjadi karena tegangan lentur dan geser terakumulasi sebagai resultan dari beban gravitasi dan momen tidak seimbang yang disebabkan oleh beban lateral seperti gempa.

Berdasarkan kajian penelitian, struktur *flat slab* saja tidak cukup digunakan untuk menahan gaya lateral. Sehingga pada umumnya, penggunaan sistem *flat slab* disertai dengan *drop panel*. *Drop panel* merupakan kriteria penting untuk meningkatkan kekuatan geser pada *flat slab*. *Drop panel* dapat mengurangi defleksi dan membantu menahan *punching shear*, serta menjadikan *flat slab* lebih kaku daripada kolom. *Drop panel* dapat digunakan secara simultan untuk memperbesar kapasitas geser struktur apabila gaya geser yang terjadi sangat besar.

Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Syarif, et al. (2019); Handaya, et al. (2019); Harsoyo, et al. (2020); dan Harsoyo, et al. (2021).

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: Analisis Perbandingan Struktur Pelat dengan *Drop Panel* dan Pelat dengan Balok Gedung 5 Lantai Menggunakan Aplikasi ETABS

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana besarnya pengaruh beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan gedung tersebut?
2. Apakah penggunaan sistem pelat dengan drop panel lebih ekonomis dari sistem pelat dengan balok diitnjau dari volume pembesian?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perbandingan antara kedua sistem struktur yaitu pelat dengan drop panel dan pelat dengan balok terhadap pengaruh beban gempa.

2. Mengetahui volume pembesian sistem struktur pelat dengan *drop panel* dan pelat dengan balok

2. Metode Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

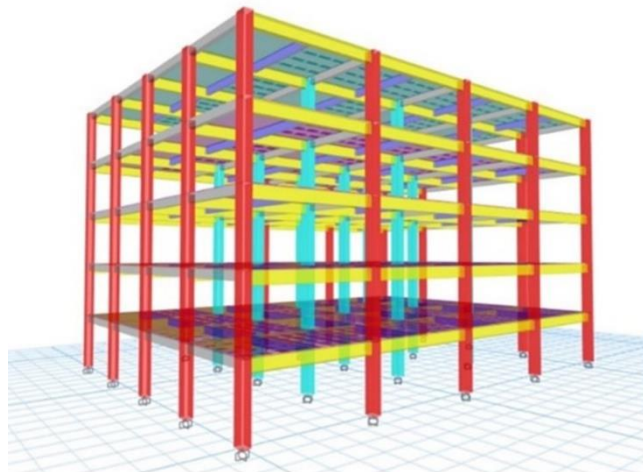
Pengumpulan data dilakukan dengan metode studi literatur yaitu dengan mengumpulkan data-data dan keterangan dari buku-buku yang relevan dilanjutkan dengan menghitung lalu menganalisis data yang didapat sesuai dengan tujuan studi penelitian ini yakni ingin membandingkan antara 2 jenis pelat lantai, pelat dengan drop panel dan pelat dengan balok.

2.2 Metode Penulisan

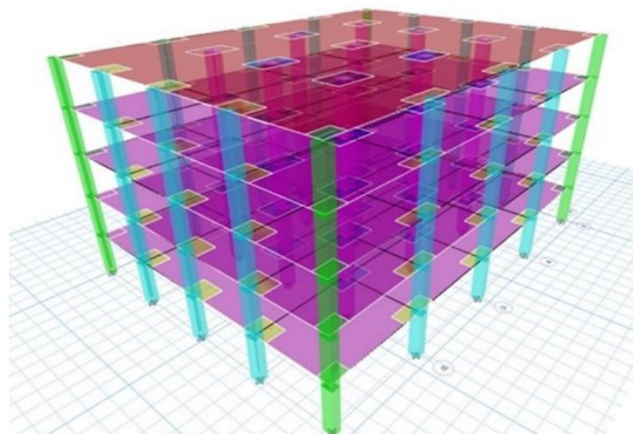
Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah studi literatur yaitu dengan mengumpulkan data-data dan keterangan dari buku - buku yang relevan dan berhubungan dengan pembahasan pada tugas akhir ini. Kemudian mengaplikasikannya dalam sebuah contoh perencanaan hingga akhirnya didapat beberapa kesimpulan.

2.3 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dilakukan dengan bantuan software ETABS. Dalam tugas akhir ini ada dua pemodelan bangunan. Pemodelan pertama yaitu struktur pelat dengan balok dan pemodelan yang kedua yaitu struktur *flat slab* dengan *drop panel*.



Gambar 1 Pemodelan struktur pelat dengan balok



Gambar 2 Pemodelan struktur *flat slab drop panel* pada ETABS

2.4 Gambar

Untuk lebih memperjelas secara bentuk dari struktur yang telah diperhitungkan dan diperbandingkan, maka dilakukannya penggambaran secara detail mengenai kedua struktur, baik yang menggunakan drop panel maupun yang menggunakan balok tersesbut.

3. Hasil Pembahasan

3.1 Perencanaan Pelat Lantai

Perencanaan pelat lantai berdasarkan pada SNI 2847 : 2019 yang direncanakan menggunakan beton bertulang dengan sistem 2 arah (x dan y) atau 4 tumpuan sejajar. Pelat ini dianggap terjepit penuh pada keempat sisinya.

Pembebanan Pelat:

Tabel 1 Rekapitulasi tulangan pelat

Sumbu	Tulangan	As Perlu (mm ²)	As pakai (mm ²)
Tumpuan X	D10-150	459	524
Lapangan X	D10-250	270	314
Tumpuan Y	D10-150	415	524
Lapangan Y	D10-250	285	314

3.2 Perencanaan Pelat Atap

Perencanaan pelat atap dilakukan seperti perencanaan pelat lantai sebelumnya yaitu dengan ketebalan pelat 175 mm.

Pembebanan pelat atap:

Berat sendiri pelat = 4.20 kN/m²
 Berat Waterproofing = 0.28 kN/m²
 Berat finishing lantai = 1.25 kN/m²
 Berat plafond = 0.2 kN/m²
 Berat MEP = 0.25 kN/m²
 Total beban mati = 6.43 kN/m²

Beban mati

Berat sendiri pelat = 4.20 kN/m²
 Berat keramik = 0.22 kN/m²
 Berat spesi = 0.44 kN/m²
 Berat plafond = 0.2 kN/m²
 Berat MEP = 0.25 kN/m²
 Total beban mati = 5.31 kN/m²
 Beban hidup = 2.4 kN/m²
 Beban terfaktor = 1.2 DL + 1.6 LL
 = 10.212 kN/m²

Momen Pelat Perhitungan momen pada daerah lapangan dan tumpuan pelat diambil dari hasil perhitungan ETABS:

Mu x tumpuan = 25.226 kN.m
 Mu y tumpuan = 22.873 kN.m
 Mu x lapangan = 11.686 kN.m
 Mu y lapangan = 15.46 kN.

Beban hidup = 0.96 kN/m²

Beban terfaktor = 1.2 DL + 1.6 LL
 = 9.252 kN/m²

Momen pelat

Momen pelat atap diambil langsung dari output aplikasi ETABS

Mu x tumpuan = 18.47 kN.m
 Mu y tumpuan = 16.506 kN.m
 Mu x lapangan = 8.71 kN.m
 Mu y lapangan = 11.266 kN.m

Tabel 2 Rekapitulasi tulangan pelat atap

Sumbu	Tulangan	As Perlu (mm ²)	As pakai (mm ²)
Tumpuan X	D10-225	333	349
Lapangan X	D10-350	210	224
Tumpuan Y	D10-250	300	314
Lapangan Y	D10-350	210	224

3.3 Perencanaan Flat Slab

Berdasarkan SNI 2847:2019 bahwa ketebalan pelat keseluruhan tidak boleh kurang dari batasan yang ditentukan, dan memiliki nilai terkecil antara a) atau b) :

- Pelat tanpa *Drop Panel* tidak boleh kurang dari 125 mm
- Pelat dengan *Drop Panel* tidak boleh kurang dari 100 mm.

Pembebanan *flat slab*

Beban hidup = 2.4 kN/m²
 Beban mati tambahan = 4.31 kN/m²
 Berat sendiri flat slab = 5.44 kN/m²
 Beban terfaktor = 1.2DL + 1.6LL
 = 15.54 kN/m²

Momen *flat slab*
 Dalam merencanakan penulangan pelat
 momen yang dipakai adalah momen
 terbesar hasil analisis ETABS.

Tabel 3 Momen *flat slab*

Story	Momen Flat Slab			
	Arah X		Arah Y	
	Momen – (kN.m)	Momen + (kN.m)	Momen – (kN.m)	Momen + (kN.m)
Story 1	64.872	66.124	39.224	32.302
Story 2	65.262	66.503	39.471	33.449
Story 3	65.882	66.438	39.908	32.511
Story 4	65.868	66.539	39.787	32.501
Story 5	50.321	48.556	30.128	25.8

Tabel 4 Rekapitulasi tulangan *flat slab*

Sumbu	Tulangan	As Perlu (mm ²)	As pakai (mm ²)
Tumpuan X	D16-180	1081.43	1117.01
Lapangan X	D16-180	1092.90	1117.01
Tumpuan Y	D16-300	639.67	670.21
Lapangan Y	D16-360	533.12	558.51

3.4 Perencanaan Drop Panel

Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 8.2.4 bahwa sebuah Drop Panel pada pelat nonprategang harus memenuhi :

- a. Drop panel harus menjorok di bawah pelat paling sedikit seperempat tebal pelat bersebelahan.
- b. Drop panel harus diteruskan di setiap arah dari garis pusat tumpuan dengan jarak tidak kurang dari seperenam panjang bentang yang diukur dari pusat ke pusat tumpuan dalam arah tersebut.

Tabel 5 Momen *drop panel*

sumbu	Momen Drop Panel tepi (kN.m)	Momen Drop Panel tengah (kN.m)	Momen Drop Panel sudut (kN.m)
Arah X	248.135	266.86	370.961
Arah Y	259.116	258.155	250.924

Tabel 6 Rekapitulasi tulangan *drop panel*

Tulangan Drop Panel Tengah		As Perlu (mm ²)	As Pakai (mm ²)
Arah X	D19 – 75 mm	3715.04	3969.40
Arah Y	D19 – 60 mm	3569.91	3685.87
Tulangan Drop Panel Tepi			
Arah X	D19 – 80 mm	3405.66	3685.87
Arah Y	D19 – 75 mm	3585.81	3685.87
Tulangan Drop Panel Sudut			
Arah X	D19 – 70 mm	4039.87	4252.93
Arah Y	D19 – 90 mm	3006.60	3150.32

3.5 Perencanaan Balok

Pada proses perencanaan bangunan ini menggunakan bantuan program ETABS

untuk mengetahui gaya-gaya dalam struktur (momen, gaya lintang dan gaya normal hingga torsi), Analisa struktur dengan bantuan program aplikasi ETABS terdiri dari tiga tahapan: input data, analisa dan output data.

Momen Tumpuan - = 164.8227 kN.m
Momen Tumpuan + = 60.384 kN.m
Momen Lapangan - = 3.175 kN.m
Momen Lapangan + = 92.2251 kN.m
Vu Tumpuan = 156.0423 kN
Vu lapangan = 87.8581 kN

Tabel 7 Rekapitulasi tulangan balok

Tulangan Longitudinal	
Tumpuan Atas	4 D16
Tumpuan Tengah	-
Tumpuan Bawah	4 D16
Lapangan Atas	4 D16
Lapangan Tengah	-
Lapangan Bawah	4 D16
Tulangan Transversal/Senggang	
Tumpuan	2 D13-125
Lapangan	2 D13-300

3.6 Perencanaan Kolom

Pada struktur Gedung ini terdapat 2 tipe kolom yang direncanakan dengan dimensi 700 x 800 mm untuk kolom tepi sedangkan untuk kolom tengah 800 x 900 mm. Dalam contoh desain ini, dilampirkan perhitungan terhadap satu kolom, sedangkan untuk kolom lainnya hasil perhitungan disajikan dalam tabel.

Kolom yang dihitung adalah kolom 700 x 800 yang merupakan kolom tepi (eksterior).

Gaya dalam yang diambil untuk perhitungan pada kolom tengah merupakan nilai dari 6 kondisi, gaya dalam yang terjadi pada kolom tengah ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 8 Gaya dalam kolom

Aksial - Lentur			
Kondisi	Pu (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
Pu max	-262.0661	71.5949	26.6658
Pu min	-513.8647	7.1936	-6.7678
Mx max	-432.3734	16.9106	78.2711
Mx min	-262.7371	-26.2234	-63.4217
My max	-262.0661	71.5949	26.6658
My min	-433.0444	-80.9077	-11.8164

Gaya geser desain V_e harus ditentukan dari peninjauan terhadap gaya - gaya maksimum yang dapat terjadi di muka-muka joint pada setiap ujung kolom. Gaya-gaya joint ini harus ditentukan menggunakan kekuatan lentur

maksimum yang mungkin terjadi, M_{pr} , di setiap ujung kolom yang terkait dengan rentang beban aksial terfaktor, P_u , yang bekerja pada kolom. (gaya geser desain diinput menggunakan program SPColumn dengan $f_{pr} 1,25f_y$).

Tabel 9 Rekapitulasi tulangan kolom

Tulangan Longitudinal	18 D22
Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis:	13-100

a. Sumbu Lemah	13-100
b. Sumbu Kuat	
Tulangan Transversal Zona Sendi	
Plastis:	13-150
a. Sumbu Lemah	13-150
b. Sumbu Kuat	

3.7 Kontrol Struktur

Setelah dilakukan pemodelan dan analisis dengan program bantu ETABS, hasil analisis struktur harus dikontrol terhadap suatu batasan – batasan tertentu sesuai dengan peraturan SNI 1726:2019 untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut. Adapun hal – hal yang harus dikontrol adalah sebagai berikut.

- Kontrol partisipasi massa
- Kontrol periode getar struktur
- Kontrol nilai akhir respon spektrum
- Kontrol batas simpangan

Menurut SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1 bahwa Analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100 % dari massa struktur. Pengecualian, Sebagai alternatif analisis diizinkan untuk memasukkan jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model.

3.7.1 Kontrol Partisipasi Massa

Tabel 10 Rasio partisipasi massa struktur pelat balok

Case	Mode	Periode (s)	UX	UY	RZ	Keterangan
Modal	1	1.595	0.00	0.771	0.00	Arah Y
Modal	2	1.41	0.8199	0.00	0.00	Arah X
Modal	3	11.328	0.00	0.00	0.792	Torsi
Modal	4	0.442	0.00	0.132	0.00	Arah Y
Modal	5	0.438	0.1075	0.00	0.00	Arah X
Modal	6	0.39	0.00	0.00	0.1194	Torsi
Modal	7	0.237	0.0443	0.00	0.00	Arah X
Modal	8	0.204	0.00	0.0579	0.00	Arah Y
Modal	9	0.193	0.00	0.00	0.0527	Torsi
Modal	10	0.156	0.215	0.00	0.00	Arah X
Modal	11	0.12	0.0068	0.00	0.00	Arah X
Modal	12	0.118	0.00	0.289	0.00	Arah Y
Total			1	0.99		

Tabel 11 Rasio partisipasi massa struktur *flat slab drop panel*

Case	Mode	Periode (s)	UX	UY	RZ	Keterangan
Modal	1	2.379	0.7671	0.00	0.00	Arah Y
Modal	2	2.044	0.00	0.737	0.00	Arah X
Modal	3	1.976	0.00	0.00	0.793	Torsi
Modal	4	0.654	0.1337	0.00	0.00	Arah Y
Modal	5	0.514	0.00	0.1523	0.00	Arah X
Modal	6	0.506	0.00	0.00	0.1499	Torsi
Modal	7	0.298	0.0586	0.00	0.00	Arah X
Modal	8	0.216	0.00	0.0634	0.00	Arah Y
Modal	9	0.215	0.00	0.00	0.0631	Torsi
Modal	10	0.171	0.0294	0.00	0.00	Arah X
Modal	11	0.121	0.0103	0.00	0.00	Arah X

Case	Mode	Periode (s)	UX	UY	RZ	Keterangan
Modal	12	0.12	0.00	0.0311	0.00	Arah Y
Total			1	0.99		

3.7.2 Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental (T) dari struktur gedung harus dibatasi. Berdasarkan SNI 1726:2019, periode fundamental struktur harus ditentukan dari :

$$\begin{aligned} T &= C_t \times H_{nx} & (1) \\ T_{min} &= C_t \times H_{nx} & (2) \\ T_{max} &= C_u \times T_{min} & (3) \end{aligned}$$

Struktur pelat dengan balok

$$\begin{aligned} \text{Arah X} &= 1.595 \\ \text{Arah Y} &= 1.41 \end{aligned}$$

Struktur *flat slab* dengan *drop panel*

$$\begin{aligned} \text{Arah X} &= 2.379 \\ \text{Arah Y} &= 2.044 \end{aligned}$$

3.7.3 Kontrol Nilai Akhir Respon Spekturm

Berdasarkan SNI 1726:2019, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 100% nilai respon statik. Rumus gaya geser static sebagai berikut:

$$V = C_s \times W_t \quad (4)$$

Penentuan koefesien C_s sebagai berikut:

$$C_{smin} = 0.044 \times S_{DS} \times I_e \geq 0.01 \quad (5)$$

$$C_{shitung} = \frac{S_{ds}}{\frac{R}{I_e}} \quad (6)$$

$$C_{smax} = \frac{S_{d1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (7)$$

$$C_{smax} = \frac{S_{d1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0.173}{1.704\left(\frac{5}{1}\right)} =$$

$$0.0322$$

$$C_{smin} < C_s < C_{smax} = 0.01502 < 0.0478 > 0.0322$$

Karena nilai $C_{shitung}$ lebih besar dar C_{smax} , maka digunakan nilai C_{smax} sebagai nilai koefesien respon seismic sebesar 0,0322

Tabel 12 Gaya geser dasar struktur pelat dengan balok

Output Case	Fx (kN)	Fy (kN)
Statik X	1089.8961	0
Statik Y	0	1089.8961
Statik X	515.1743	0
Statik Y	0	548.5082

Tabel 13 Gaya geser dasar struktur *flat slab* dengan *drop panel*

Output Case	Fx (kN)	Fy (kN)
Statik X	1089.8961	0
Statik Y	0	1089.8961
Statik X	515.1743	0
Statik Y	0	548.5082

3.7.4 Kontrol Batas Simpangan Lantai

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Tabel 14 Simpangan antar lantai struktur pelat dengan balok

Story	Dispalcement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δe_x (mm)	δe_y (mm)	δe_x (mm)	δe_y (mm)	(mm)	Δ_x (mm)	Δ_y (mm)	(mm)	
5	13.286	16.823	1.984	3.397	4000	8.928	15.287	80.00	OK
4	11.302	13.426	2.808	3.947	4000	12.636	17.762	80.00	OK
3	8.494	9.479	3.424	4.183	4000	15.408	18.824	80.00	OK

Story	Dispalcement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δe_x (mm)	δe_y (mm)	δe_x (mm)	δe_y (mm)	(mm)	Δ_x (mm)	Δ_y (mm)	(mm)	
2	5.070	5.296	3.337	3.626	4000	15.017	16.317	80.00	OK
1	1.733	1.670	1.733	1.670	4000	7.799	7.515	80.00	OK

Tabel 15 Simpangan antar lantai struktur *flat slab* dengan *drop panel*

Story	Dispalcement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δe_x (mm)	δe_y (mm)	δe_x (mm)	δe_y (mm)	(mm)	Δ_x (mm)	Δ_y (mm)	(mm)	
5	24.59	22.791	5.721	5.447	4000	25.745	24.512	80.00	OK
4	18.869	17.344	6.063	5.666	4000	27.167	25.497	80.00	OK
3	12.832	11.678	5.905	5.448	4000	26.573	24.516	80.00	OK
2	6.927	6.23	4.817	4.357	4000	21.677	19.607	80.00	OK
1	2.11	1.873	2.110	1.873	4000	9.495	8.429	80.00	OK

Nilai displacement merupakan salah satu parameter ukur kekakuan struktur. Jika nilai simpangan lantai kecil maka bangunan tersebut memiliki kekakuan struktur yang besar. Hal ini berlaku sebaliknya, jika simpangan lantai besar maka nilai kekakuan struktur kecil. Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari ETABS seperti pada tabel 4.28

menunjukkan bahwa nilai displacement pelat dengan balok lebih kecil 25.433% untuk arah X dan 13.22% untuk arah Y dari pelat dengan drop panel, hal ini menunjukkan bahwa struktur pelat dengan balok memiliki kekakuan struktur yang lebih besar dibandingkan dengan struktur pelat dengan drop panel.

3.8 Volume Tulangan

Tabel 16 Perbandingan volume tulangan

Perbandingan Volume Pembesian					
Struktur Pelat dengan Balok			Struktur <i>Flat Slab</i> dengan <i>Drop Panel</i>		
Pelat (kg)	Balok (kg)	Kolom (kg)	<i>Flat Slab</i> (kg)	<i>Drop Panel</i> (kg)	Kolom (kg)
35,092.32	25360.6	41978.925	52581.6	50543.62	3026.89
Total	102431.845		Total	146152.11	

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan pada bab terdahulu, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Gaya gempa yang bekerja pada struktur bangunan menunjukkan bahwa pengaruh base shear, displacement dan periode yang ditimbulkan pada perencanaan struktur pelat 2 arah dengan balok lebih kecil dari perencanaan struktur pelat 2 arah tanpa balok. Hal ini

membuktikan bahwa struktur pelat 2 arah dengan balok lebih kaku dibandingkan struktur Pelat 2 arah tanpa balok. Sistem struktur pelat 2 arah dengan balok memiliki kinerja lebih baik terhadap beban lateral jika dibandingkan dengan sistem struktur pelat 2 arah tanpa balok. Gaya geser dan momen pelat pada struktur pelat 2 arah tanpa balok di sekeliling kolom sangat besar dikarenakan adanya transfer beban secara langsung ke area tersebut. Kemudian model pelat dengan balok menghasilkan nilai gaya

geser dan momen yang sangat kecil dikarenakan seluruh gaya geser dan momen pelat akan ditumpu oleh balok. Sehingga gaya geser dan momen pada area sekeliling kolom dapat diatasi oleh balok.

2. Volume pembesian struktur pelat dengan balok adalah 102431.845 kg sedangkan pada struktur pelat dengan drop panel yaitu 146152.11 kg. Perbandingan volume pembesian antara kedua sistem struktur memiliki selisih 47.72%. Secara keseluruhan, dapat dikatakan bahwa pekerjaan pembesian sistem pelat dengan balok lebih ekonomis dari pada sistem pelat dengan drop panel. Hal ini juga dikarenakan sistem pelat dengan drop panel membuat pelat yang pada sistem pelat dengan balok merupakan struktur sekunder menjadi struktur primer. Struktur primer menyebabkan sistem pelat dengan *drop panel* memiliki nilai gaya dalam yang jauh lebih besar. Penggunaan tulangan pada pelat dengan *drop panel* juga menggunakan tulangan ulir atau *deformed*.

4.2 Saran

Jika nantinya sistem pelat dengan drop panel akan di analisa pada penelitian selanjutnya, maka saran yang dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Meningkatkan ketelitian dalam pemodelan ETABS untuk meminimalisir kesalahan dalam proses analisa.
2. Menghitung kebutuhan beton yang diperoleh dari hasil analisa.
3. Membandingkan kapasitas lentur dan kapasitas geser sistem pelat dengan drop panel dan pelat dengan balok.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020. Beban Minimum

untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019. Persyaratan Beton struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

- Harsoyo, Y. A., & Wibowo, I. S. (2021). Desain Ulang Struktur Drop Panel Jogja Apartemen Digantikan dengan Struktur Balok Menggunakan SNI 2847:2013 Dan Sni 1726:2012. *Konstruksia*, 12(1), 13. <https://doi.org/10.24853/jk.12.1.13-26>

- Harsoyo, Y. A., & Nurfiandisyah, E. (2020). Analisa Perbandingan Efisiensi Sistem Struktur Pelat-Balok dengan Sistem Struktur Flat Slab-Drop Panel pada Proyek Jogja Apartment. *Semesta Teknika*, 23(1), 14–26. <https://doi.org/10.18196/st.231252>

- Handaya, H., & Sutandi, A. (2019). Perbandingan Slab dengan Drop Panel dan Slab Dengan Balok Ditinjau dari Volume Beton dan Biaya. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(1), 47. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i1.3034>

- Nawy, E.G. (1990). Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Setiawan, A. (2016) “Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013” Jakarta : Penerbit Erlangga.

- Syarif, H. A., & Djauhari, Z. (2019). Respons Struktur Sistem Flat Slab-Drop Panel pada Gedung Bertingkat Tidak Beraturan Terhadap Beban Gempa dengan Analisis Respons Spektrum. *Jurnal Aplikasi Teknologi (APTEK)*, 11(2), 97–104. <https://journal.upp.ac.id/index.php/aptek/article/view/65>