

ANALISA STRUKTUR BANGUNAN DENGAN KOLOM BETON BERTULANG TIDAK MENERUS

Reonaldo Tungadi (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, reonaldo408@gmail.com)
Jonie Taniyaya (Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, jonie.taniyaya@gmail.com)
Hendry T Kalangi (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, hkalangi73@gmail.com)

Received: 27 Mei 2024, Revised: 29 Mei 2024, Accepted: 31 Mei 2024

ABSTRAK

Kolom tidak menerus adalah kolom yang tidak menyalurkan beban secara langsung ke pondasi. Penggunaan kolom tidak menerus termasuk bangunan yang tidak beraturan karena letak kolom tidak menerus sehingga kapasitas kolom tidak berdekatan secara vertikal dan akibatnya beban yang ditimbulkan cukup besar pada balok di bawah kolom. Untuk memikul beban kolom yang tidak menerus tersebut, maka balok didesain sebagai balok transfer, dimana balok tersebut harus mampu menahan beban yang ada di atasnya yaitu berupa berat sendiri balok, beban gravitasi, beban gempa, dan juga beban kolom di atasnya, kemudian beban-beban yang dipikul tersebut akan ditransfer secara merata ke kedua kolom yang memikul balok transfer tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kolom tidak menerus terhadap struktur gedung dan untuk mengetahui perbedaan volume beton dan luas tulangan yang terjadi. Penelitian ini menggunakan 2 model bangunan. Analisis yang digunakan berdasarkan SNI 1726:2019, SNI 2847:2019 dan SNI 1727: 2020. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan volume beton pada kolom non-kontinyu sebesar 13,088% untuk struktur kolom, 56,399% untuk struktur balok. Untuk luas tulangan balok dengan dimensi 25cm x 45cm, terjadi peningkatan sebesar 59,029% untuk tulangan sengkang dan 27,007% untuk tulangan lapangan. Balok dengan dimensi 20cm x 30cm mengalami peningkatan sebesar 33,6% untuk tulangan sengkang dan 46,2% untuk tulangan lapangan.

Kata kunci: struktur beton bertulang, luas tulangan, kolom tidak menerus.

ABSTRACT

Discontinuous column is a column that doesn't transfer the load directly to the foundation. The use of non-continuous columns includes irregular buildings because the location of the columns is not continuous so that the capacity of the columns is not vertically adjacent, and the result is that the load is quite large on the beams under the column. To carry the non-continuous column load, the beam is designed as a transfer beam, where the beam must be able to withstand the load above it, namely in the form of the beam's weight, gravity loads, earthquake loads, and also the column loads above it, then the loads that are carried will be transferred evenly to the two columns that carry the transfer beam. This study aims to determine the effect of non-continuous columns on the building structure and to determine the difference in concrete volume and reinforcement area that occurs. This research used 2 building models. The results showed that there was an increase in the volume of concrete in the non-continuous column by 13.088% for the column structure, 56.399% for the beam structure. For beam reinforcement area with dimensions of 25cm x 45cm, there was an increase of 59.029% for support reinforcement and 27.007% for field reinforcement. The 20cm x 30cm beam has an increase of 33.6% in support reinforcement and 46.2% in field reinforcement.

Keywords: reinforced concrete structures, reinforcement area, discontinuous column

PENDAHULUAN

Pada struktur bangunan bertingkat, terdapat komponen struktur penting yang saling memikul dan mengikat satu dengan yang lainnya. Komponen struktur tersebut terdiri dari pondasi, *sloof*, kolom, balok, pelat lantai, dan masih banyak lagi komponen struktur lainnya. Menurut Asroni (2018), pada suatu konstruksi bangunan gedung, kolom berfungsi sebagai pendukung beban-beban dari balok dan pelat untuk diteruskan ke tanah dasar melalui fondasi. Fungsi utama pada komponen struktur adalah untuk memikul beban yang bekerja pada struktur bangunan tersebut berupa beban gravitasi dan beban gempa. Saat ini sudah banyak dibuat bangunan-bangunan bertingkat tinggi dengan struktur yang rumit dan arsitektur yang unik. Tentu saja untuk mendesain dan membuat struktur bangunan seperti itu tidaklah mudah. Namun seiring perkembangan zaman dalam dunia konstruksi dan arsitektur yang diharuskan memiliki ruang bebas kolom dengan alasan kapasitas ruangan yang tidak memadai untuk kebutuhan fungsional dan estetika. Dengan adanya ruangan yang luas pengguna dapat melakukan kegiatan dengan leluasa untuk menampung barang dan menata barang untuk keperluan ruangan

fungsional dan estetika. Dengan alasan tersebut, maka kolom akan dirancang dengan menggunakan kolom tidak menerus untuk menciptakan ruangan luas bebas kolom terutama pada bagian tengah ruangan tersebut. Salah satu tipe bangunan yang digunakan adalah bangunan dengan tipe kolom tidak menerus. Kolom tidak menerus merupakan kolom yang tidak menyalurkan beban secara langsung ke pondasi. Penggunaan kolom tidak menerus termasuk bangunan yang tidak beraturan karena letak kolom yang tidak menerus sehingga daya dukung kolom tidak berdekatan secara vertikal dan akibat yang ditimbulkan adalah beban yang dipikul cukup besar pada balok yang berada di bawah kolom tersebut. Untuk memikul beban kolom tidak menerus tersebut maka balok tersebut didesain sebagai *transfer beam*, di mana balok tersebut harus mampu menahan beban yang berada di atasnya yaitu berupa berat sendiri dari struktur balok tersebut, beban gravitasi, beban gempa, dan juga beban kolom yang berada di atas balok transfer kemudian beban-beban yang dipikul akan ditransfer bebannya secara merata kepada kedua kolom yang memikul balok transfer tersebut. Menurut Shrivastav dan Patidar (2018), penggunaan kolom apung menguntungkan dalam memperluas ruang bebas kolom tetapi merupakan faktor resiko dan meningkatkan kerentanan bangunan. Dari analisis yang telah dilakukan perpindahan lateral dan simpangan antar tingkat bangunan meningkat dari zona yang lebih rendah ke zona yang lebih tinggi karena besarnya intensitas akan lebih besar untuk zona yang lebih tinggi. Menurut Anggriawan dan Rosyidah (2020), bangunan yang menggunakan tipe *floating columns* termasuk bangunan *irregular* karena memiliki letak kolom yang tidak menerus sehingga pusat massa dan kekakuannya tidak berimpit secara vertikal. Massa dan kekuannya baik arah horizontal maupun vertikal tidak terdistribusi secara merata, maka akibat yang ditimbulkan adalah perubahan eksentrisitas lantai. Masalah akan terjadi pada daerah peralihan kekakuan dari kekakuan yang besar pada bagian bawah kekakuan relatif kecil. Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kolom tidak menerus terhadap struktur bangunan dan mengetahui perbandingan volume beton dan luas tulangan dari perencanaan awal dengan perencanaan yang menggunakan kolom menerus dan tidak menerus.

METODOLOGI PENELITIAN

Perencanaan Awal

Perencanaan awal pada struktur bangunan ini mencakup:

1. Penentuan Panjang bentangan dengan arah sumbu x, y, dan z.
2. Penentuan dimensi penampang struktur.
3. Penentuan fungsi bangunan dan klasifikasi tanah.

Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dibuat dalam bentuk 3D menggunakan bantuan program *ETABS v.19.1.0* (Riza, 2013). Terdapat beberapa asumsi pemodelan struktur, antara lain:

1. Balok dan kolom dimodelkan sebagai *frame*.
2. Pelat lantai dimodelkan sebagai *shell* dikarenakan elemen *shell* lebih mampu dalam menahan lentur maupun geser yang terjadi.

Pembebanan

Beban yang bekerja pada perencanaan struktur ini, yaitu beban mati (berat sendiri struktur), beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa. Berdasarkan SNI 1727:2020, beban gravitasi berupa berat sendiri balok dan beban yang dipikul oleh pelat. Beban yang dipikul oleh pelat, yaitu beban mati tambahan dan beban hidup berdasarkan fungsi bangunan misalnya, untuk perkantoran, bioskop, pabrik dan lain-lain. Berdasarkan SNI 1726:2019, untuk semua komponen struktur bangunan gedung dan non gedung harus diperhitungkan terhadap beban gempa. Perhitungan akibat beban gempa dihitung berdasarkan SNI 1726:2019. Adapun kerangka kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.

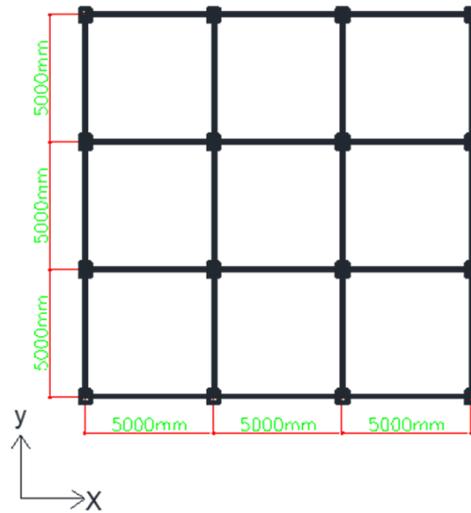
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan perencanaan struktur

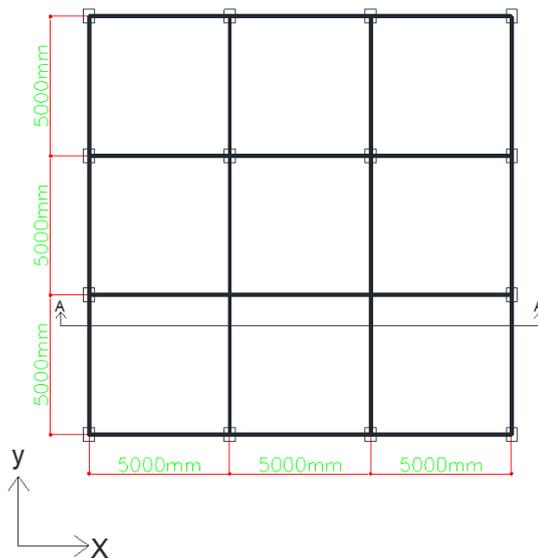
Gedung difungsikan sebagai Perkantoran dan berlokasi di Makassar. Kondisi tanah bangunan merupakan jenis tanah sedang (SD). Adapun kriteria material, penampang, ukuran gedung yang digunakan adalah sebagai berikut:

Kuat tekan beton (f_c')	: 25MPa
Kuat tarik tulangan utama (f_y) (BjTS 420B), simbol D	: 420MPa
Kuat tarik tulangan geser (f_y) (BjTP 280), simbol \emptyset	: 280MPa
Diameter tulangan utama	: D16
Diameter tulangan geser	: \emptyset 10
Dimensi awal balok rencana	: 25cm x 45cm

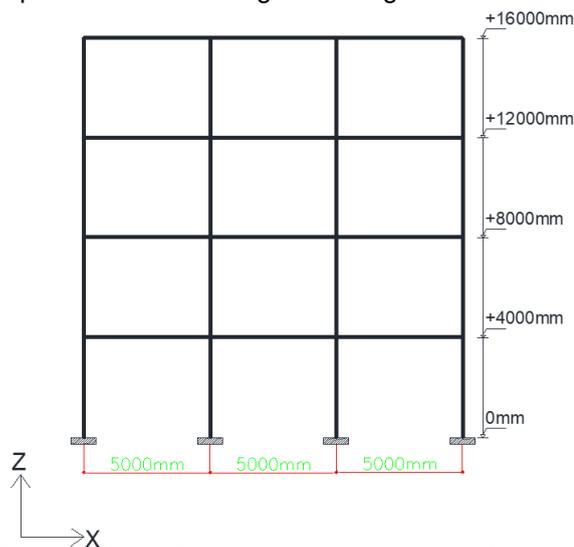
Dimensi awal kolom rencana : 45cm x 45cm
 Tebal pelat : 12cm
 Ukuran gedung : 15m x 15m
 Tinggi gedung : 16m



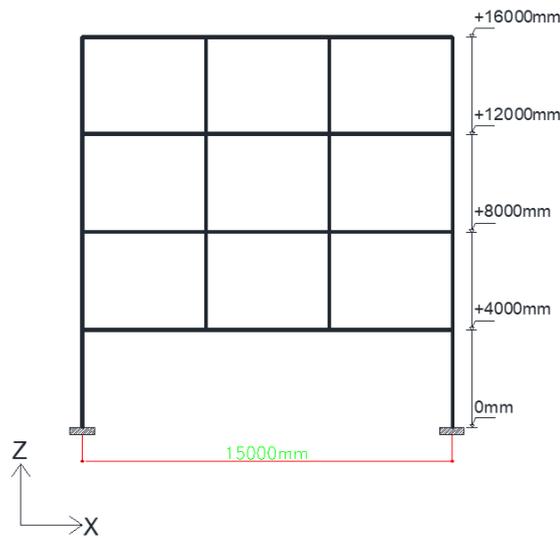
Gambar 1. Tampak Atas Portal Bangunan dengan Kolom Menerus



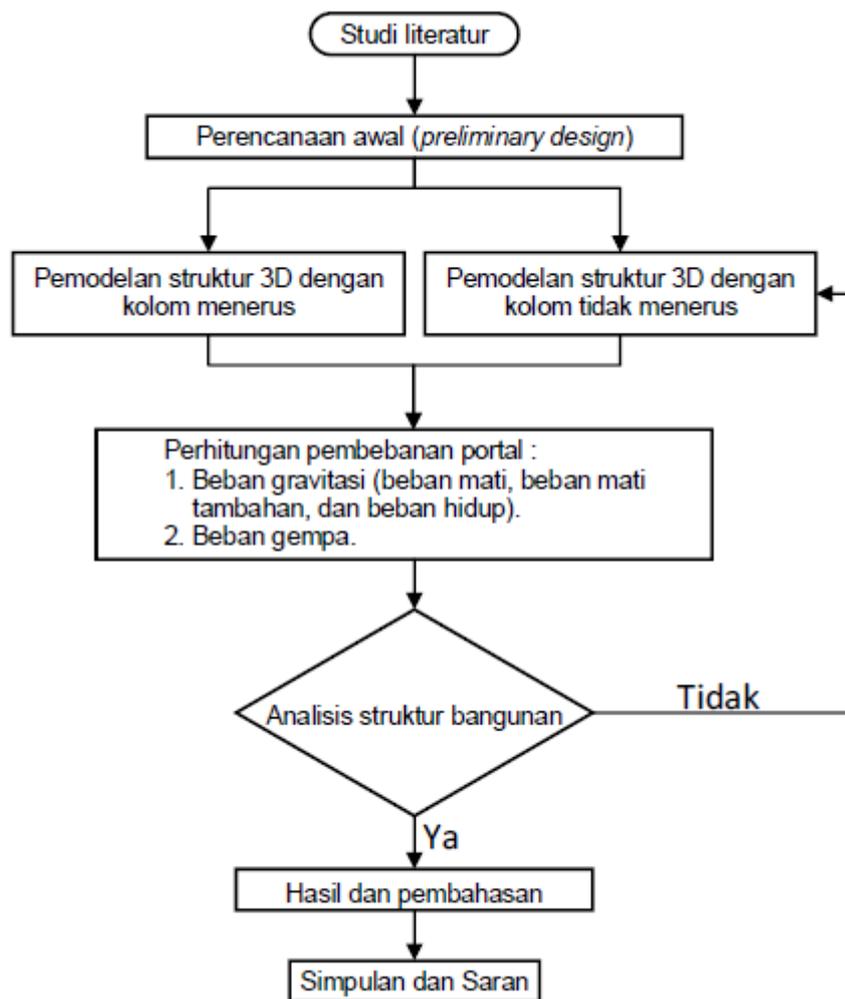
Gambar 2. Tampak Atas Portal Bangunan dengan Kolom Tidak Menerus



Gambar 3. Potongan A-A Portal Bangunan dengan Kolom Menerus



Gambar 4. Potongan A-A Portal Bangunan dengan Kolom Tidak Menerus (Tipe 2)



Gambar 5. Kerangka Kerja Penelitian

Perhitungan perencanaan dimensi balok

Pada perhitungan dimensi awal elemen balok, digunakan rumus tinggi balok minimum (h_{min}) yang tidak melebihi tinggi minimum balok yang ditentukan, yaitu $L/16$ untuk balok anak dan digunakan $L/12$ untuk balok induk. Untuk nilai lebar balok, digunakan rumus $h/2$. Berdasarkan data perencanaan awal gedung, gedung berbentuk simetris dengan jarak antar kolom, yaitu 5m pada kedua arah, yaitu arah X dan Y. Oleh

karena itu, untuk penentuan dimensi balok, yaitu sebagai berikut:

$$h_{\min} = \frac{L}{12} = \frac{500 \text{ cm}}{12} = 41,6 \text{ cm}$$

$$b = \frac{h}{12} = \frac{45 \text{ cm}}{2} = 22,5 \text{ cm}$$

Oleh karena itu, dimensi balok induk yang akan digunakan, yaitu 25cm × 45cm.

Untuk bangunan tipe 2, yaitu bangunan dengan kolom tidak menerus, jarak antar kolom menjadi 10m. Oleh karena itu, h_{\min} balok yang akan digunakan, yaitu:

$$h_{\min} = \frac{L}{12} = \frac{1000 \text{ cm}}{12} = 83,3 \text{ cm}$$

$$b = \frac{h}{12} = \frac{90 \text{ cm}}{12} = 45 \text{ cm}$$

Oleh karena itu, dimensi balok induk yang akan digunakan untuk bangunan tipe 2 dengan jarak antar kolom 10m, yaitu 45cm × 90cm. Balok dimodelkan sebagai elemen *frame* dengan *rigid joint* sehingga momen-momen maksimum tempat terbentuknya sendi plastis berada di ujung-ujung balok.

Beban Gempa

Berdasarkan data perencanaan, bangunan akan difungsikan sebagai Gedung Perkantoran, bangunan termasuk dalam kategori risiko II dengan faktor keutamaan gempa, yaitu sebesar 1,0. Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 6.5. apabila nilai S_1 lebih kecil dari 0,75, maka KDS diizinkan untuk ditentukan sesuai Tabel 7. Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek SDS diketahui = 0,240 sehingga diperoleh bangunan ini berada pada KDS B.

Sistem Struktur Penahan Beban Lateral

Bangunan dengan KDS B, maka sistem struktur yang akan digunakan dalam analisis gedung ini, yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), dengan nilai faktor R , Ω_0 dan C_d sebagai berikut:

1. Koefisien modifikasi respons, $R = 5$.
2. Faktor kuat lebih sistem, $\Omega_0 = 3$.
3. Faktor pembesaran defleksi, $C_d = 4,5$.

Pengecekan Perilaku Struktur Bangunan

Modal participating mass ratio

Jumlah ragam yang disyaratkan untuk menentukan ragam getar alami untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari massa aktual masing-masing arah horizontal orthogonal dari respons yang ditinjau oleh model. Penentuan jumlah ragam bertujuan untuk penentuan besarnya gaya gempa yang akan diterima oleh suatu bangunan. Pengecekan jumlah ragam akan dilakukan pada kedua model yang dianalisis dan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

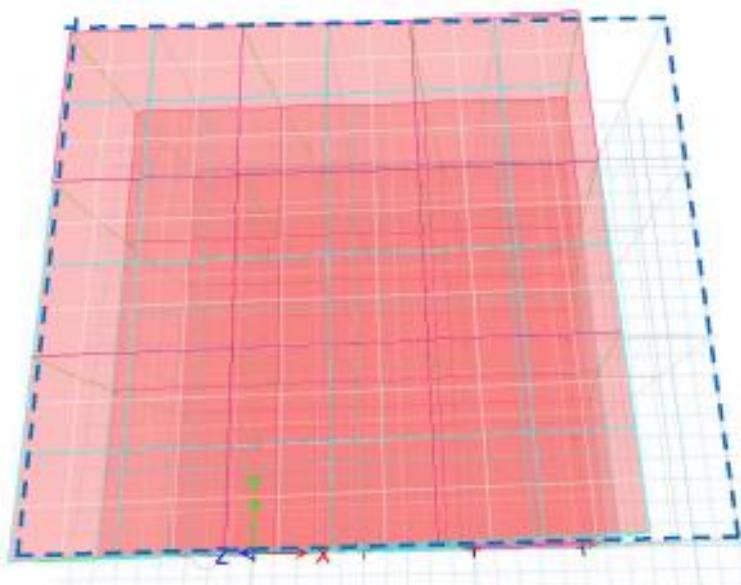
Tabel 1. Modal Participating Mass Ratio (Bangunan Tipe 1)

Bangunan Tipe 1				
Mode	Period (s)	UX (%)	UY (%)	RZ (%)
1	1,149	39,96	39,96	0,00
2	1,149	39,96	39,96	0,00
3	0,94	0,00	0,00	80,21
4	0,328	6,45	6,45	0,00
5	0,328	6,43	6,43	0,00
6	0,276	0,00	0,00	12,58

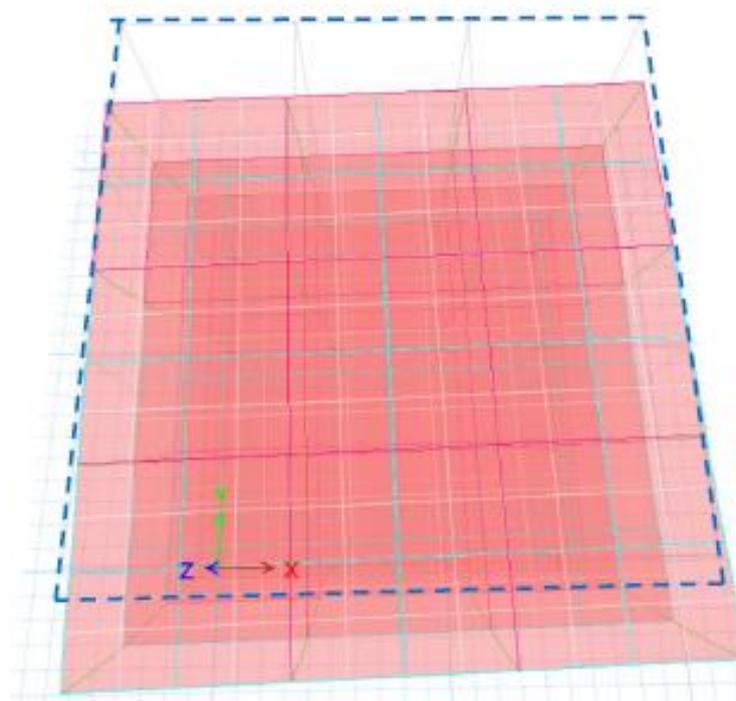
7	0,159	2,69	2,69	0,00
8	0,159	2,69	2,69	0,00
9	0,136	0,00	0,00	5,36
10	0,101	0,91	0,91	0,00
11	0,101	0,91	0,91	0,00
12	0,087	0,00	0,91	1,85
TOTAL		100	100	100

Tabel 2. Modal Participating Mass Ratio (Bangunan Tipe 2)

Bangunan Tipe 2				
Mode	Period (s)	UX (%)	UY (%)	RZ (%)
1	1,211	79,88	0,00	0,00
2	1,024	0,00	74,04	0,66
3	1,023	0,57	0,62	79,21
4	0,375	12,44	0,00	0,01
5	0,338	0,00	16,23	0,00
6	0,328	0,12	0,00	12,35
7	0,199	4,53	0,00	0,01
8	0,185	0,00	5,47	0,00
9	0,178	0,08	0,00	4,52
10	0,133	2,05	0,00	0,01
11	0,120	0,03	0,00	2,26
12	0,117	0,00	3,63	0,00
Total		99,70	99,99	99,00



Gambar 6. Mode 1 (Translasi X, T = 1,211 s)



Gambar 7. Mode 2 (Translasi Y, T = 1,024 s)

Perhitungan Periode Struktur

Berdasarkan periode alami yang didapatkan, untuk perhitungan gaya geser statik ekuivalen, adanya batasan periode maksimum dan minimum yang boleh digunakan untuk menentukan nilai koefisien respons seismik C_s . Oleh karena itu, periode yang sudah didapatkan dicek kembali apakah telah memenuhi syarat minimum dan maksimum. Ketinggian total struktur dari dasar (*base*) yaitu 16m, akan diperoleh nilai koefisien C_t dan α berturut-turut, yaitu sebesar 0,0466 dan 0,9.

$$T_a = C_t h_n^\alpha$$

$$T_a = 0,0466 \times 16^{0,9}$$

$$T_a = 0,565 \text{ detik}$$

Nilai S_{D1} , yaitu 0,173 maka koefisien C_u akan diinterpolasikan dan didapatkan hasil 1,554.

$$T_{maks} = C_u T_a$$

$$T_{maks} = 1,554 \times 0,565 \text{ detik}$$

$$T_{maks} = 0,878 \text{ detik}$$

Jadi, didapatkan batas bawah periode struktur yang diizinkan, yaitu 0,565 detik dan batas atas periode struktur, yaitu 0,878 detik. Untuk kedua arah X dan Y, periode yang didapatkan melebihi batas periode maksimum yang diizinkan untuk analisis gaya geser dasar seismik dengan statik ekuivalen, sehingga dipilih periode arah X dan Y sebesar 0,878 detik yang merupakan periode izin maksimum.

Desain Penulangan Struktural

Luas tulangan longitudinal yang digunakan untuk desain elemen balok pada kasus ini, yaitu luas tulangan maksimum dengan penampang yang sama. Luas tulangan perlu ($A_{s,u}$) didapatkan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Luas Tulangan Perlu Balok 25cm x 45cm Bangunan Tipe 1

	Lokasi	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan
Luas Tulangan Perlu, $A_{s,u}$ (mm ²)	Atas	856	548	886
	Bawah	548	756	568

Tabel 4. Luas Tulangan Perlu Balok 20cm x 30cm Bangunan Tipe 2

	Lokasi	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan
Luas Tulangan Perlu, $A_{s,u}$ (mm^2)	Atas	250	225	230
	Bawah	250	225	230

Dimensi balok untuk bangunan tipe 2 diperbesar menjadi 45cm x 90cm dan untuk kolom dengan bentangan 10m digunakan dimensi 55cm x 80cm. Hal ini dikarenakan, apabila bangunan tipe 2 tetap menggunakan dimensi yang sama dengan bangunan tipe 1, yaitu kolom dengan dimensi 45cm x 45cm dan balok dengan dimensi 25cm x 45cm, maka bangunan tersebut akan *collapse*. Luas tulangan perlu ($A_{s,u}$) untuk bangunan tipe 2, dapat dilihat pada Tabel 5 hingga Tabel 7.

Tabel 5. Luas Tulangan Perlu Balok 45cm x 90cm Bangunan Tipe 2

	Lokasi	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan
Luas Tulangan Perlu, $A_{s,u}$ (mm^2)	Atas	2306	2206	2406
	Bawah	1564	2334	1564

Tabel 6. Luas Tulangan Perlu Balok 25cm x 45cm Bangunan Tipe 2

	Lokasi	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan
Luas Tulangan Perlu, $A_{s,u}$ (mm^2)	Atas	1409	696	1409
	Bawah	817	864	817

Tabel 7. Luas Tulangan Perlu Balok 20cm x 30cm Bangunan Tipe 2

	Lokasi	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan
Luas Tulangan Perlu, $A_{s,u}$ (mm^2)	Atas	334	329	334
	Bawah	334	329	334

Tabel 8. Perbandingan Nilai $A_{s,u}$ Balok 25cm x 45cm

Lokasi	$A_{s,u}$ Bangunan 1 (mm^2)	$A_{s,u}$ Bangunan 2 (mm^2)	Ratio (%)
Tumpuan Atas	886	1409	59,029
Tumpuan Bawah	568	817	43,838
Lapangan Atas	548	696	27,007
Lapangan Bawah	756	846	11,905

Tabel 9. Perbandingan Nilai $A_{s,u}$ Balok 20cm x 30cm

Lokasi	$A_{s,u}$ Bangunan 1 (mm^2)	$A_{s,u}$ Bangunan 2 (mm^2)	Ratio (%)
Tumpuan Atas	250	334	33,6
Tumpuan Bawah	250	334	33,6
Lapangan Atas	225	329	46,222
Lapangan Bawah	225	329	46,222

Struktur bangunan dengan kolom menerus dan kolom tidak menerus memiliki perbedaan dimensi kolom dan balok. Oleh karena itu, volume beton pada kedua struktur tersebut pun berbeda. Berat bangunan pada bangunan tipe 1, yaitu sebesar 4902,164kN dengan berat masing-masing komponen struktur, dalam hal ini yaitu kolom, balok dan pelat, berturut-turut adalah 1220,1042kN; 1140,1761kN dan 2541,884kN.

Tabel 10. Volume Beton Bangunan Tipe 1

No	Komponen Struktural	Berat (kN)	Berat Jenis Beton Bertulang (kN/m ³)	Volume Beton Struktur (m ³)
1	Kolom	1220,1042	24	50,834
2	Balok	1140,1761		47,507
3	Pelat	2541,884		105,912
Total		4902,164		204,257

Tabel 11. Volume Beton Bangunan Tipe 2

No	Komponen Struktural	Berat (kN)	Berat Jenis Beton Bertulang (kN/m ³)	Volume Beton Struktur (m ³)
1	Kolom	1379,678	24	57,487
2	Balok	1783,19		74,3
3	Pelat	2541,884		105,912
Total		5704,752		237,698

Tabel 12. Rekapitulasi Perbandingan Volume Beton Bangunan

No	Komponen Struktural	Volume Beton Struktur (m ³)		Ratio (%)
		Bangunan Tipe 1	Bangunan Tipe 2	
1	Kolom	50,834	57,487	13,088
2	Balok	47,507	74,3	56,399
3	Pelat	105,912	105,912	0

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada analisis struktur bangunan dengan kolom tidak menerus, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Struktur bangunan dengan kolom tidak menerus akan membuat dimensi dan luas tulangan kolom dan balok di sekitarnya menjadi lebih besar. Hal ini disebabkan karena kolom tersebut bertumpu pada balok di bawahnya sehingga balok tersebut harus cukup kuat untuk menahan beban gravitasi yang terjadi beserta beban kolom dari atas.
2. Ratio volume beton antara kolom menerus dan kolom tidak menerus yaitu sebesar 13,088% pada struktur kolom, 56,399% pada struktur balok dan tidak terdapat perbedaan volume beton pada pelat lantai. Perbandingan luas tulangan balok antara kolom menerus dan kolom tidak menerus pada balok berukuran 25cm x 45cm terjadi peningkatan sebesar 59,029% pada tulangan tumpuan atas, 43,838% pada tulangan tumpuan bawah, 27,007% pada tulangan lapangan atas dan 11,905% pada tulangan lapangan bawah. Untuk balok berukuran 20cm x 30cm, terjadi peningkatan sebesar 33,6% pada tulangan tumpuan dan 46,2% pada tulangan lapangan.

SARAN

Adapun saran yang dapat dikemukakan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Untuk hasil analisis yang lebih akurat sebaiknya dilakukan analisis *pushover* untuk menguji dan mengetahui perilaku suatu struktur dalam mengecek pola keruntuhan yang terjadi atau titik dimana bangunan tersebut akan terjadi keruntuhan terlebih dahulu.
2. Perlu diperhitungkan struktur bawah bangunan, karena struktur bangunan dengan kolom tidak menerus mempunyai berat yang lebih besar dibandingkan dengan kolom menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriawan, F. S. dan Rosyidah, A. (2020). Kinerja Struktur Bangunan Dengan Floating Columns Terhadap Beban Gempa, *Potensi*, Vol. 22(1), p p 96- 103.
- Asroni, A. (2018). *Teori Dan Desain Kolom Fondasi Balok "T"*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Badan Standardisasi Nasional . (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung, SNI 1726:2019*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan*

- Penjelasan, SNI 2847:2019*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727:2020*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman. 2019. *Desain Spektra Indonesia*. (Online), (<http://rsapuskim2019.litbang.pu.go.id/>).
- Riza, M. M. 2013. *Aplikasi Perencanaan Struktur Gedung dengan Etabs, Seri 1*. ARS Group.
- Shrivastav, A. dan Patidar, A. (2018). Seismic Analysis of Multistorey Buildings having Floating Columns. *SSRG International Journal of Civil Engineering (SSEG-IJCE)*, Vol. 5(5), pp 1-6.