

ANALISA PERBANDINGAN PERHITUNGAN STRUKTUR BETON PADA BANGUNAN GEDUNG ASTON SORONG CITY HOTEL BERDASARKAN STANDAR SNI DENGAN *EUROCODE*

Rakha H. Al kautsar¹, Imam Trianggoro Saputro¹, Muh. Akhsan Samaila¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Saint Paul Sorong
Email: rakhaalkautsar22@gmail.com

Abstrak

Standarisasi yang diterapkan pada setiap Negara pastinya memiliki keistimewaan masing – masing sehingga dapat dijadikan acuan perencanaan dalam pembangunan, dalam penelitian ini ditujukan untuk mengetahui perbandingan antar standarisasi yang telah diterapkan. Dalam hal ini penulis mencoba menerapkan Standar Eurocode pada bangunan gedung Aston Sorong City Hotel dapat memenuhi perencanaan di daerah rawan gempa. Struktur yang berdiri 8 lantai dengan ketinggian 29,5m. Input pembebanan dan dimensi struktur pada permodelan sama dengan aslinya yang dibantu perhitungannya menggunakan program SAP2000. Standarisasi yang dibandingkan antara SNI 2847:2019 dengan EN 1992-1-1:2004. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan maka diperoleh kebutuhan penulangan D12-250 pada plat menurut SNI lebih renggang dari kebutuhan Eurocode D12-200, sedangkan kebutuhan penulangan Balok 9D-19 menurut SNI yang lebih banyak dari Eurocode 8D-19, dan kebutuhan penulangan Kolom pada kedua standarisasi ini memiliki nilai yang sama sebesar 6869 mm^2 .

Kata kunci : Struktur Beton, *Eurocode*, Analisa Struktur,

1. PENDAHULUAN

Pembangunan pada bangunan gedung bertingkat saat ini banyak menggunakan struktur beton bertulang, sebagaimana kita ketahui bahwa fungsi struktur yakni untuk mentransfer beban hingga ke tanah dasar. Sehingga diperlukan perhitungan dan analisa yang teliti agar dapat mencapai tingkat keamanan yang telah ditentukan dari suatu standarisasi. Dalam standarisasi yang ditetapkan oleh setiap Negara itu berbeda, dan di Indonesia sendiri menggunakan standar SNI yang diadopsi dari ACI *standard*, tetapi dinegara maju lain seperti eropa mereka menggunakan standar *Eurocode*, sehingga dalam penelitian ini berisi perbandingan antara kedua standar terbaru dari SNI adalah SNI 2847:2019 “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung” sedangkan dari *Eurocode* adalah EN 1991-1-1:2002 “*Action On Structures*”, yang diterapkan pada lokasi rawan gempa yakni Kota Sorong pada suatu perencanaan pembangunan gedung Aston Sorong City Hotel.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bangunan Struktur Beton

Beton adalah campuran pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lain yang disatukan dalam suatu massa seperti batu dengan pasta semen dan air. Terkadang satu atau lebih campuran ditambahkan untuk mengubah karakteristik tertentu dari beton untuk meningkatkan kemudahan dalam pengerjaan,

daya tahan dan juga waktu pengerjaan pengerasan.

Seperti kebanyakan zat mirip batuan, beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan kekuatan tarik rendah. Beton bertulang adalah kombinasi beton dan baja dimana tulangan baja memberikan kekuatan tarik yang kurang pada beton. Penguatan baja juga mampu menahan gaya tekan. (McCormac, J. C. & Brown, R. H., 2013)

Sifat besi baja tulangan dalam beton, yaitu besi baja memiliki karakteristik yang kuat terhadap gaya tarik dan juga mampu menambah kekuatan dari gaya tekannya campuran beton. karena perencanaan struktur beton bertulang memerlukan biaya yang cukup besar dibandingkan dengan biaya kebutuhan lain, dan dari struktur beton bertulang itu sendiri yang memakan biaya lebih banyak dari pemakaian besi baja tulangannya, maka dari itu kita harus menghitung dan menganalisa kebutuhan biaya untuk penulangan agar struktur lebih ekonomis namun tetap kuat.

2.2. Standar SNI

Standar adalah suatu norma atau persyaratan yang biasanya berupa dokumen formal yang menciptakan kriteria, metode, proses dan praktik rekayasa. Negara Indonesia pun memiliki standar yang berlaku secara Nasional atau yang biasa dikenal dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) yang merupakan satu – satunya standar yang ditetapkan.

Peraturan SNI ini dirumuskan oleh Panitia Teknis dan ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN).

Standar Nasional Indonesia ini mencakup seluruh aspek termasuk dalam dunia konstruksi pun turut diatur didalamnya, dalam persyaratan perencanaan beton sendiri saat ini menerapkan SNI 2847:2019 tentang “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung” yang terbaru, dan dalam perencanaan struktur beton sendiri perlu memperhatikan aturan – aturan lainnya agar suatu perencanaan dapat memenuhi seluruh kriteria yang telah ditetapkan salah satunya yang digunakan dalam penelitian ini tentang ketahanan gempa sebagaimana diatur dalam SNI 1726:2019 tentang “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung” dan juga SNI 1727-2020 tentang “Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain”.

2.3. Standar Eurocode

Eurocode merupakan gabungan dari sepuluh standar Eropa (EN; *Harmonised Technical Rules*) yang menetapkan bagaimana cara mendesain struktural yang harus dilakukan oleh *European Union* (EU). Dikembangkan oleh *European Committee for Standardization* untuk standarisasi atas permintaan *European Commission*.

Standar Eurocode yang diterapkan dalam persyaratan perencanaan beton yakni EN 1990:2002 tentang “*Basis Of Structural Design*”, EN 1991-1-1-2002 tentang “*Action On Structures*” dan EN1992-1-1-2004 tentang “*Design Of Concrete Structure*”.

2.4. Dasar Syarat Pembebanan

Syarat pembebanan dalam perencanaan struktur bangunan adalah faktor penting dalam pembangunan disesuaikan dengan kegunaan dari fungsi bangunan, berikut jenis – jenis pembebanan:

1. Beban Mati (*Dead Load*)

Tabel 1. Perbedaan Beban Mati

Jenis-jenis Beban mati Bahan Bangunan	SNI	Eurocode
Baja	7850 kg / m ³	77 – 78,5 kN/m ³
Batu Alam	2600 kg / m ³	20 – 30 kN/m ³
Batu Pecah	1450 kg / m ³	15 kN/m ³
Beton	2200 kg / m ³	24 kN/m ³
Beton Bertulang	2400 kg / m ³	
Kayu	1000 kg / m ³	3,5–10,8 kN/m ³

Jenis-jenis Beban mati Bahan Bangunan	SNI	Eurocode
Mortar, Spesi	2200 kg / m ³	19 - 23 kN/m ³
Pasir	1600 kg / m ³	14 - 19 kN/m ³
Dinding pasangan bata ½ bata	250 kg / m ³	
Curtain Wall kaca + rangka	60 kg / m ³	
Plafond	20 kg / m ³	
Finishing Lantai	2200 kg / m ³	
MEP	25 kg / m ³	
Penutup Atap	50 kg / m ³	

2. Beban Hidup (*Live Load*)

Tabel 2. Perbedaan Beban Hidup

Fungsi Beban Hidup	SNI	Eurocode
Rumah Tinggal Sederhana	125 kg / m ²	1.5 – 2.0 kN/m ²
Sekolah, Hotel, Perkantoran, Asrama, Rumah sakit dan pasar	250 kg / m ²	2.0 – 3.0 kN / m ²
Ruang Olahraga	400 kg / m ²	5.0 – 7.5 kN / m ²
Gereja, Masjid, Ruang Rapat, bioskop, ruang pagelaran	400 kg / m ²	3.0 – 4.0 kN / m ²
Panggung penonton	500 kg / m ²	5.0 – 7.50 kN/m ²
Ruang dansa	500 kg / m ²	4.5 – 5.0 kN / m ²
Gudang, ruang arsip, perpustakaan	400 kg / m ²	7.5 kN / m ²
parkiran	800 kg / m ²	7.5 kN / m ²

3. Beban Kombinasi *Ultimate*

Tabel 3. Perbedaan kombinasi *ultimate*

SNI	Eurocode
$U = 1.4D$	Eqn (6.10) = 1.35 G _k + 1.5 Q _{k,1} + 0.75 Q _{k,w}
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$	Eqn (6.10a) = 1.35 G _k + 1.05 Q _{k,1} + 0.75 Q _{k,w}
$U = 1.2D + 1.6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (1.0L \text{ atau } 0.5W)$	Eqn (6.10b) = 1.25 G _k + 1.5 Q _{k,1} + 0.75 Q _{k,w}
$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5 (L_r \text{ atau } R)$	
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L$	
$U = 0.9D + 1.0W$	
$U = 0.9D + 1.0E$	

Keterangan:

D = *dead load* (beban mati)

L = *live load* (beban hidup)

S = beban salju (snow)

L_r = beban hidup pada dak atap

W = beban angin (wind)

2.5. Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak di atas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Pelat lantai didukung

oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh:

1. Besar lendutan yang diinginkan.
2. Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung.
3. Bahan material konstruksi dan pelat lantai.

2.6. Balok (Beam)

Balok adalah elemen struktural yang menerima gaya-gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbunya yang mengakibatkan terjadinya momen lentur dan gaya geser sepanjang bentangnya (*Dipohusodo*). Balok merupakan elemen struktural yang menyalurkan beban-beban dari pelat lantai ke kolom sebagai penyangga vertikal. Dua hal utama yang dialami oleh balok ialah tekan dan tarik, yang antara lain karena adanya pengaruh lentur ataupun gaya lateral (*Wahyudi L dan Rahim*).

2.7. Kolom (Column)

Kolom merupakan struktur utama pada bangunan gedung karena kolom adalah struktur yang akan menahan beban dari bangunan mau beban hidup atau beban mati. Dalam mendesain suatu ukuran kolom pada bangunan, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung beban yang harus ditahan oleh kolom itu sendiri yang berasal dari kombinasi beban yang terjadi. Momen yang terjadi pada plat lantai atau atap dapat didistribusikan drngan kolom di bawah dan diatas plat lantai berdasarkan kekuatan relative kolom.

2.8. Analisa Ketahanan Gempa

Menurut SNI 1726-2019 pasal 4.2.2 berdasarkan metode ultimit, Struktur, komponen- elemen struktur, dan elemen-elemen fondasi harus didesain hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor.

2.9. Situs dan parameter respons spectra percepatan gempa

Parameter batuan dasar pada periode pendek (S_s) dan percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S_1) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektra percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun.

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs dapat diklasifikasikan sebagai

kelas situs SA, SB, SC, SD, SE, dan SE sesuai dengan. SNI 1726:2019.

Untuk menentukan respons spektra percepatan gempa di permukaan tanah, maka diperlukan faktor amplikasi gempa. Faktor amplikasi terdiri dari faktor amplikasi getaran terkait percepatan getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplikasi terkait percepatan yang mewakili periode 1 detik (F_v). Nilai faktor amplikasi F_a dan F_v ditentukan pada pasal 6.2 SNI 1726:2019. Parameter respons spektra percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan persamaan berikut:

$$S_{MS} = F_a \times S_s \quad (1)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \quad (2)$$

2.10. Respons Spektra Desain

Parameter percepatan spektra desain untuk periode pendek (SDS) dan periode 1 detik (SD1) harus ditentukan sesuai SNI 1726:2019 dengan persamaan berikut:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (4)$$

2.11. Gaya Geser Dasar Seismik

Gaya geser dasar seismik, V , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan:

$$V = C_s \cdot W \quad (5)$$

Koefisien respons seismik, C_s , harus ditentukan sesuai dengan persamaan:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (6)$$

Nilai C_s yang dihitung tidak perlu melebihi persamaan dibawah ini:

Untuk $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (7)$$

Untuk $T > T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1} \times T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (8)$$

Nilai C_s tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01 \quad (9)$$

Dimana:

W : berat seismik efektif

S_{DS} : parameter percepatan respons spektral desain dalam rentang periode pendek

S_{D1} : parameter percepatan respons spektral desain pada periode sebesar 1,0 detik

- T : periode fundamental struktur (detik)
 R : koefisien modifikasi respons yang ditentukan pada Tabel 12 SNI 1726-2019
 I_e : faktor keutamaan gempa yang ditentukan pada Tabel 4 SNI 1726:2019 dengan kategori gempa ditentukan pada Tabel 3 SNI 1726:2019

Tabel 4. Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Resiko	Faktor keutamaan gempa, I _e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

2.12. Distribusi Vertikal Gaya Seismik

Gaya gempa lateral (F_x), di semua tingkat harus ditentukan sesuai dengan pasal 7.8.3 SNI 1726:2019 dengan persamaan:

$$F_x = C_{vx} V \quad (10)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (11)$$

Dimana:

- C_{vx} : faktor distribusi vertical
 V : gaya geser dasar seismic
 w_x dan w_i : berat toral struktur pada tingkat i atau x
 h_x dan h_i : tinggi struktur dari dasar tingkat i atau x
 k : eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai:
 untuk struktur dengan $T = 0,5$ detik, = 1
 untuk struktur dengan $T = 2,5$ detik, = 2
 untuk struktur dengan $0,5 < T < 2,5$ detik, = 2 atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

2.13. Desain Komponen Struktur

Struktur adalah elemen yang menjadi satu kesatuan dalam bangunan dan terbagi menjadi dua bagian yakni struktur atas dan struktur bawah, dan dalam mendesain dibutuhkan pengecekan syarat agar dapat mencapai standar dengan beberapa persamaan sebagai berikut:

- Kontrol lendutan pada pelat lantai harus lendutan yang terjadi lebih kecil daripada lendutan ijinnya.
- Tahap kontrol Penulangan pada pelat dan balok menggunakan persamaan:

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \quad (12)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y \times \left(\frac{600}{600+f_y}\right)} \quad (13)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b \quad (14)$$

$$\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / 4 \times f_y \quad (15)$$

$$R_n = M_n / (\phi \times d^2) \quad (16)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (17)$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{pakai} \times b \times d \quad (18)$$

Jumlah Tulangan
 (N) = $\frac{A_{s \text{ perlu}}}{\text{luas tulangan}}$ (19)

Jarak tulangan
 (s) = $\frac{b}{A_{s \text{ perlu}} / AV}$ (20)

$$A_{s \text{ susut}} = 0,002 \times b \times h < A_{s \text{ perlu}} \quad (21)$$

$$A_{s \text{ pakai}} = n \times \text{luas tul. lentur} \quad (22)$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \quad (23)$$

$$M_{nominal} = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (24)$$

$$V_c = \sqrt{f_c'} / 6 \times b \times d \quad (25)$$

$$V_s = (V_u - \phi V_c) / \phi \quad (26)$$

Jarak antar sengkang
 (s) = $\frac{(A_v \times f_y \times d)}{V_s}$ (27)

3. Kontrol penulangan pada kolom menggunakan persamaan:

$$\text{Paksial} > \frac{A_g \times f_c'}{10} \quad (28)$$

$$A_{s \text{ pakai}} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times n \times \text{tul}_{\text{pakai}} \quad (29)$$

Kekuatan nominal tekan
 $P_{n \text{ max}} = 0,8 \times [0,85 f_c' (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$ (30)

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{0,071 \times P_u}{A_g} \right) \times \sqrt{f_c' b d} \quad (31)$$

$$V_s = A_s \times f_y \times d / s \quad (32)$$

3. METODOLOGI

3.1. Data primer

Data yang diperoleh dari Kontraktor pelaksana, hasil pengamatan dan penelitian dilapangan lokasi pembangunan, yang nantinya dipergunakan sebagai sumber dalam analisa struktur.

3.2. Data sekunder

Data sekunder yaitu data yang di peroleh dari aturan serta hukum yang dianut, serta referensi kepustakaan yang digunakan dalam menganalisa suatu struktur tertentu. Terdapat 2 tahap klasifikasi dalam proses perancangan, yakni dengan data teknis dan data non teknis.

3.3. Tahapan Analisa

a. Preliminary Design, dengan memodelisasikan struktur bangunan baik dari dimensi dan mutu tertentu sehingga dapat menahan beban yang bekerja. yang

mengacu sesuai dengan aturan – aturan yang telah ditetapkan.

- b. Analisa Pembebanan, analisa ini dilakukan menggunakan 2 metode yakni dengan manual dan bantuan program SAP2000 untuk mengetahui perilaku struktur akibat dari beban yang bekerja.
- c. Permodelan dan Analisa Struktur, menggunakan bantuan *software* SAP2000 Versi 23 dengan langkah – langkah berikut:
 1. Membuka Program SAP2000 V23.
 2. Menggambar permodelan struktur.
 3. Mendefinisikan material yang digunakan.
 4. Memasukan data beban – beban yang bekerja.
 5. Kemudian melakukan *running*.
 6. Lakukan pengecekan apakah terjadi pelemahan pada bagian struktur tertentu.
 7. Menghitung Rasio penulangan.
 8. Membuat sketsa penulangan hasil *output software* SAP2000.
- d. Desain dan kontrol persyaratan, Setelah menyelesaikan tahapan sebelumnya, maka selanjutnya ialah melakukan desain gambar hasil analisa kontrol terhadap luas tulangan yang dibutuhkan yang disesuaikan dengan standarisasi yang berlaku.
- e. Kesimpulan, Setelah perencanaan dan analisa telah diselesaikan dan sudah dipastikan memenuhi dengan aturan – aturan yang berlaku, maka langkah akhir ialah penulis menyimpulkan seluruh rangkaian kegiatan dan memberikan saran kepada pihak – pihak tertentu.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Dimensi

Perencanaan perhitungan dimensi didapat dari konsultan perencana dengan rekapitulasi yang telah disederhanakan sebagai berikut:

Tabel 5. Dimensi Balok Induk

Kode Balok	Bentang Balok	<i>h</i>	<i>b</i>	Dimensi
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
B1	800	60	30	30/60
B2	650	50	40	40/50
B3	620	75	30	30/75
B4	800	60	40	40/60
B5	700	50	25	25/50

Tabel 6. Dimensi Balok Anak

Kode Balok	Bentang Balok	<i>h</i> pakai	<i>b</i> pakai	Dimensi
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
BA 1	800	50	25	25/50
BA 2	800	40	25	25/40
BA 3	800	60	40	40/60
BA 4	800	65	30	30/60

Tabel 7. Dimensi Balok Kantilever

Kode Balok	Bentang Balok	<i>h</i> pakai	<i>b</i> pakai	Dimensi
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
BK 1	300	80	40	40/80
BK 2	245	120	60	60/120
BK 3	330	50	25	25/50
BK 4	240	50	25	25/50

Tabel 8. Ketebalan pelat lantai

No.	Kode Pelat	Tipe Arah	t rencana (cm)
1	S1	2	12
2	S2	1	12
3	S3	2	15
4	S4	2	25

Tabel 9. Dimensi Kolom

No.	Kode Kolom	Dimensi (cm)
1	K1	120/50
2	K2	120/60
3	K3	100/40
4	K4	80/40
5	K5	60/40
6	K6	40/40
7	K7	30/30
8	K8	25/25

4.2. Analisa Pembebanan

Aturan Pembebanan menurut standar SNI 1727:2020 tentang Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain, sedangkan menurut Eurocode EN1991-1-1-2002 tentang “*Action On Structures*”, dan beban yang digunakan adalah Beban Hidup, Beban Mati, dan Beban Mati Tambahan sebagaimana nilai jenis fungsi yang digunakan sesuai yang tertera pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

4.3. Permodelan dan Analisa Struktur Menurut SNI

Permodelan dibantu dengan bantuan program SAP2000 dengan cara sebagai berikut:

1. Input Material Properties, Material setiap komponen balok, kolom dan pelat dilakukan dengan cara berulang melalui menu pilih *define – Material...*
2. Input *Frame Section*, Dimensi pada setiap komponen balok, kolom dan pelat disesuaikan dengan data pada tabel 5 sampai tabel 9 melalui menu pilih *define – Section Properties – Frame Section* (untuk balok) / *Area Section* (untuk pelat).
3. Input Pembebanan, Beban pada analisa sebelumnya yang telah ditentukan sesuai dengan standar untuk balok di input dengan cara *Assign – Frame Loads – Distributed – Load Pattern Name* (sesuaikan dengan nama beban) – *Uniform Load* (nilai beban). Sedangkan untuk pelat di input dengan cara *Assign - Area Loads – Uniform – Load Pattern Name* (sesuaikan dengan nama beban) – *Uniform Load* (nilai beban).
4. Setting Parameter Konstruksi Beton, Parameter disesuaikan sesuai aturan masing – masing baik SNI maupun *Eurocode* melalui *Design – Concrete Frame Design – View/Revise Preferences*.

4.4. Analisa Beban Gempa

Aturan beban gempa yang digunakan sesuai SNI 1726:2019 tentang “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung” dengan langkah sebagai berikut:

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung, dengan fungsi bangunan sebagai hotel menurut SNI-1726-2019 Pasal 4.1.2 tabel 3 bahwa struktur bangunan termasuk kategori resiko II dan nilai faktor keutamaan gempa (I_e) adalah 1,0.
2. Menentukan Parameter percepatan terpetakan, menurut SNI 1726:2019 dan dengan memasukkan nama kota Sorong dan jenis tanah batuan lunak (SC), pada website (<http://rsa.ciptakarya.pu.go.id>), didapatkan Nilai sebagai berikut:

Tabel 10. Parameter Percepatan Tanah

Variabel	Nilai
S_s (g)	1,3505
S_1 (g)	0,5484
F_a	1,200
F_v	1,4516
S_{ms} (g)	1,6206
S_{m1} (g)	0,6581
S_{ds} (g)	1,0804

Variabel	Nilai
S_{d1} (g)	0,5307
T_0 (detik)	0,0982
T_s (detik)	0,4912
T_L	12

3. Menentukan kategori desain seismik, menurut SNI 1726:2019 Pasal 6.5 tabel 8 dan tabel 9 bahwa struktur tergolong Kategori Desain Seismik D baik pada perioda pendek maupun perioda 1 detik.
4. Menentukan sistem struktur terhadap resiko gempa, Sistem struktur yang digunakan berdasarkan KDS D dan SNI 1726:2019 pasal 7.2.2 Tabel 12 termasuk dalam sistem ganda yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), maka didapatkan koefisien factor R, Cd, dan Ω_0 :
 $R = 8$
 $Cd = 5,5$
 $\Omega_0 = 3$
5. Perioda getar fundamental struktur, analisa harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk dapat 90% atau lebih dari massa aktual dari prediksi respons model. Berdasarkan data keluaran dari SAP2000, tabel berikut hasil analisa jumlah ragam:

Tabel 11. Analisa jumlah ragam

TABLE: Modal Load Participation Ratios				
OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	100	99.379
MODAL	Acceleration	UY	100	97.8133
MODAL	Acceleration	UZ	100	80.516

6. Perhitungan perioda alami fundamental, Berdasarkan SNI 1726:2019 terdapat dua nilai batas untuk perioda bangunan (T_a minimum) dan (T_a Maximun) sebagai berikut :

$$T_a \text{ min} = 0,0488 \times hn^x \quad (33)$$

$$= 0,0488 \times 29,35^{0,9}$$

$$= 0,9755$$

Dimana :

0,0488 = Parameter dan pendekatan perioda Ct dan x

$$T_a \text{ Max} = C_u \times T_a \quad (34)$$

$$= 1,4 \times 0,9755$$

$$= 1,366$$

Dimana:

1,4 = Koefisien untuk atas pada perioda yang dihitung

Tabel 12. Analisa jumlah ragam

Ta min (detik)	0,975
Ta max (detik)	1,366
Ta dari SAP2000 arah x (detik)	2,053
Ta dari SAP2000 arah y (detik)	1,139
Ta yang dipakai (detik)	1,139

7. Perhitungan koefisien respons seismic (C_s), terdapat nilai C_s Max dan C_s min, dihitung menggunakan persamaan 6 dan 7 sebagai berikut :

$$C_s = \frac{1,0804}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,1351$$

$$C_s \text{ max} = \frac{0,5307}{1,139\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,0582$$

Karena $S_1 \ 0,0674 < 0,6$, maka nilai C_s min menggunakan persamaan 9 sebagai berikut:

$$C_s \text{ min} = 0,044 \times 1,0804 \times 1 = 0,0475$$

Tabel 13. Perhitungan koefisien (C_s)

C_s	0,1351
C_s Max	0,0582
C_s Min	0,0475
C_s yang dipakai	0,0582

8. Pengecekan gaya geser dasar nominal statik, berdasarkan koefisien dan massa struktur yang didapat dari output SAP2000 yang menggunakan persamaan 5, maka didapat nilai $V = 5680,08 \text{ kN}$

9. Pengecekan gaya geser dasar nominal dinamik, dilakukan dengan memasukkan parameter respons spektrum pada program SAP2000 dengan cara pilih Define – *Function – Response Spectrum*, dan menentukan factor skala gaya dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \text{Faktor skala} &= g \frac{l_e}{R} & (35) \\ &= 9,81 \frac{1}{8} \\ &= 1,226 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Dan faktor skala tersebut untuk arah gempa yang ditinjau, sedangkan arah yang tegak lurus dari peninjauan gempa tersebut terpengaruh sebesar 30% dari arah gempa yang ditinjau sehingga faktor pembesaran beban gempa yang terjadi adalah $1,226 \times 30\% = 0,368 \text{ m/s}^2$. Kemudian masukan data pada program SAP2000 dengan cara pilih Define – *Load Cases – Modify Load Cases*.

OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m
RS X	LinRespSpec	Max	3427.38383	1180.08557	80.5744388...	19357.4824...	50312.1067...	122760.763...
RS Y	LinRespSpec	Max	1106.26839	3677.76126	71.2641042...	59392.6102...	16916.6423...	160112.659...
S X	LinStatic		5680.0825	3.04517243	6.88436557...	1.00498199...	-102704.33...	195395.454...
S Y	LinStatic		9.61088062...	5680.0825	-1.0163057...	102704.330...	5.84554672...	-261745.46...

Gambar 1. Output gaya geser statik dan dinamik skala awal

Gaya geser dasar (*base shear*) dinamik yang disyaratkan dalam SNI 1726:2019 untuk arah x dan arah y sama dengan 100% dari gaya geser statik dasar, dari Gambar 1 dapat dilihat:

Gaya geser dasar ragam (V_t) \geq 100% gaya geser dasar statik (V)

3427,383 kN (arah x) \geq 5680,083 kN (**tidak memenuhi**)

3677,761 kN (arah y) \geq 5680,083 kN (**tidak memenuhi**)

Dikarenakan perbandingan $V_t \geq 100\% V$ menurut SNI 1726:2019 belum terpenuhi, oleh karena itu dalam *Analysis Case* masing – masing arah dalam *Response Spectrum* perlu diberi tambahan faktor pengali sebesar :

$$\text{Arah x} = (1V / V_t) * \text{skala awal} \quad (36)$$

$$= (1 * 5680,083 / 3427,383) * \text{skala awal} = 2.032 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Faktor pembesaran arah x} = 2.032 \times 30\% = 0,609 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Arah y} = (1V / V_t) * \text{skala awal} = (1 * 5680,083 / 3677,761) * \text{skala awal} = 1.894 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Faktor pembesaran arah y} = 1.894 \times 30\% = 0,568 \text{ m/s}^2$$

Setelah dapat faktor skala baru, maka untuk merubah data *response spectrum case* dengan cara pilih Define – *Load Cases – Modify Load Case*.

	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m
	RS X	LinRespSpec	Max	5680.61203...	1953.28975...	133.533075...	32042.0346...	83388.1530...	203421.010...
	RS Y	LinRespSpec	Max	1707.70984...	5681.62524...	110.082525...	91753.2269...	26115.2611...	247341.849...
	S X	LinStatic		-5680.0825...	3.57592682...	6.85540726...	9.42325592...	-102704.33...	195395.454...
	S Y	LinStatic		1.06869265...	-5680.0825...	-9.5198629...	102704.330...	5.84459304...	-261745.46...

Gambar 2. Output gaya geser statik dan dinamik skala baru

Dari Gambar 2 dapat dilihat:

Gaya geser dasar ragam (Vt) \geq 100% gaya geser dasar statik (V)
 5680,612 kN (arah x) \geq 5680,083 kN (OK)
 5681,625 kN (arah y) \geq 5680,083 kN (OK)

4.5. Lokasi Pengecekan Elemen Struktur

Lokasi Pengecekan berdasarkan hasil perhitungan program SAP2000 pada elemen yang mengalami momen terbesar.



Gambar 3. Lokasi Pengecekan pelat lantai S1 (t=12cm)



Gambar 4. Lokasi Pengecekan balok B1 300 x 750 mm



Gambar 5. Lokasi Pengecekan kolom K1 1200x500mm

4.6. Kontrol Struktur menurut SNI

Kontrol struktur berdasarkan hasil perhitungan program SAP2000 pada elemen yang mengalami momen terbesar.

1. Kontrol Pelat Lantai

a. Kontrol Lendutan

Syarat cek lendutan :

Dengan lendutan yang diizinkan adalah sebesar L/360

Hasil Output SAP2000: $\delta = 16,507$

$$L = 7000 \text{ mm}$$

Sehingga :

$$L/360 = 7000 / 360 = 19,444 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{yang terjadi}} < \delta_{\text{ijin}}$$

$$16,507 < 19,444 \text{ (Memenuhi)}$$

b. Cek Penulangan Pelat Lantai

Dapat menggunakan persamaan 12 sampai 21 seperti dibawah ini:

Hasil Output perhitungan momen dari *Software* SAP2000 V23:

Momen Maks. Arah Y (M11) = 824,44 kg.m

Momen Maks. Arah X (M22) = 1329,33 kg.m

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 33,3 \text{ Mpa}}$$

$$m = 14,2$$

$$\rho_b = 0,0343$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,0257$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0036$$

$$M_n = M_u / \phi \quad (\phi = 0,9)$$

$$R_n = 1,865 \text{ N/mm}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00483$$

$$\rho_{\text{max}} \geq \rho_{\text{perlu}} \geq \rho_{\text{min}}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,00483 \text{ MPa}$$

$$A_s \text{ perlu} = 429,593 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak Tul. (s)} = 263 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan = D12 – 250 mm

$$A_{s \text{ susut}} = 240 \text{ mm}^2 < 320 \text{ mm}^2 \text{OK}$$

2. Cek Penulangan Balok

Hasil Output perhitungan dari *Software* SAP2000 V23:

$$\text{Momen Tulangan (Mu-)} = 500,251 \text{ kN/m}$$

$$\text{Momen Tulangan (Mu+)} = 442,099 \text{ kN/m}$$

$$\text{Gaya Geser max} = 192,682 \text{ kN/m}$$

a. Kebutuhan Tulangan Lentur

Perhitungan kebutuhan dapat menggunakan persamaan 12 sampai 24 seperti dibawah ini:

$$\rho_b = 0,0343$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,0257$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0036$$

Tulangan tumpuan balok

$$M_n = M_u / \phi \quad (\phi = 0,75)$$

$$R_n = 4,663 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0128$$

$$\rho_{\text{max}} \geq \rho_{\text{perlu}} \geq \rho_{\text{min}}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,0128 \text{ MPa}$$

$$A_s \text{ perlu} = 2656,33 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tul. terpakai (n)} = 9 \text{ bh}$$

$$A_s \text{ pakai} = 9 \text{ D19}$$

$$A_s \text{ perlu SAP} < A_s \text{ pakai}$$

$$(2105 \text{ mm}^2) < (2550 \text{ mm}^2) \text{OK}$$

$$a = 120,504 \text{ mm}$$

$$M_n = 673,704 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n \geq M_u -$$

$$505,278 \text{ kNm} \geq 500,251 \text{ kNm} \text{OK}$$

Tulangan lapangan balok

$$M_n = M_u / \phi \quad (\phi = 0,75)$$

$$R_n = 4,121 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0119$$

$$\rho_{\text{max}} \geq \rho_{\text{perlu}} \geq \rho_{\text{min}}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,0119 \text{ MPa}$$

$$A_s \text{ perlu} = 2318,032 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tul. terpakai (n)} = 8 \text{ bh}$$

$$A_s \text{ pakai} = 8 \text{ D19}$$

$$A_s \text{ perlu SAP} < A_s \text{ pakai}$$

$$(764 \text{ mm}^2) < (2267 \text{ mm}^2) \text{OK}$$

$$a = 197,115 \text{ mm}$$

$$M_n = 601,884 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n \geq M_u +$$

$$451,412 \text{ kNm} \geq 442,009 \text{ kNm} \dots \text{OK}$$

b. Kebutuhan Tulangan Geser

Perhitungan kebutuhan tulangan dapat menggunakan persamaan 25 sampai 27 seperti dibawah ini:

$$V_u = 192,682 \text{ kN}$$

$$\Phi = 0,75$$

$$V_c = 198,931 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 149,198 \text{ kN}$$

$$V_u > \phi V_c \dots \dots \text{OK}$$

$$V_s = 57,98 \text{ kN}$$

$$A_v = 100,5 \text{ mm}^2$$

$$s = 287,20 \text{ mm}^2$$

Tulangan Sengkang terpasang D8 – 250 mm

3. Cek Penulangan Kolom

Hasil Output perhitungan dari *Software* SAP2000 V23:

$$P_u = 3374,199 \text{ Kn}$$

$$M_u = 576,487 \text{ kN}$$

$$V_u = 354,338 \text{ kN}$$

a. Cek Penulangan Kolom

Penulangan kolom dapat menggunakan persamaan 28 sampai 32 sebagai berikut:

$$\text{Paksial} > \frac{A_g \cdot f_c}{10}$$

$$3374,199 \text{ kN} > 1992 \text{ kN} \dots \dots \text{OK}$$

Sisi terpendek (b) penampang kolom tidak boleh kurang dari 300 mm

$$500 \text{ mm} > 300 \text{ mm} \dots \dots \text{Ok}$$

Rasio dimensi penampang > 0,4

$$b/h > 0,4$$

$$2,4 > 0,4 \dots \dots \text{Ok}$$

$$A_s \text{ perlu SAP} = 6000 \text{ mm}^2$$

$$A_{spakai} = 6869 \text{ mm}^2 = 14 \text{ D25}$$

$$A_{spakai} > A_s \text{ perlu}$$

$$6869 \text{ mm}^2 > 6000 \text{ mm}^2 \dots \dots \text{Ok}$$

$$P_n \text{ max} = 15588,53 \text{ kN}$$

$$\phi P_n \text{ max} = 10132,545 \text{ kN}$$

$$\phi P_n \text{ max} \geq P_u$$

$$10132,545 \text{ kN} \geq 3374,199 \text{ kN} \dots \dots \text{Ok}$$

b. Cek Tulangan Geser

$$V_c = 1869,20 \text{ kN}$$

$$A_s = 265.33 \text{ mm}^2$$

$$s = 100 \text{ mm}$$

$$V_s = 722,441 \text{ kN}$$

$$\phi (V_s + V_c) > V_u$$

$$1943,73 \text{ kN} > 354.338 \text{ kN} \dots \dots \text{Ok}$$

4.7. Kontrol Struktur menurut Eurocode

Kontrol struktur berdasarkan hasil perhitungan program SAP2000 pada elemen yang mengalami momen terbesar.

1. Kontrol Pelat Lantai

a. Kontrol Lendutan

Syarat cek lendutan :

Dengan lendutan yang diizinkan adalah sebesar L/360

$$\text{Hasil Output SAP2000: } \delta = 15,911$$

$$L = 7000 \text{ mm}$$

Sehingga :

$$L/360 = 7000 / 360$$

$$= 19,444 \text{ mm}$$

$$\delta_{yang \text{ terjadi}} < \delta_{ijin}$$

$$15,911 < 19,444 \text{ (Memenuhi)}$$

b. Cek Penulangan Pelat Lantai

Dapat menggunakan persamaan 12 sampai 21 seperti dibawah ini:

Hasil Output perhitungan momen dari *Software* SAP2000 V23:

$$\text{Momen Maks. Arah Y (M11)} = 794,74 \text{ kg.m}$$

$$\text{Momen Maks. Arah X (M22)} = 1281,37 \text{ kg.m}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 33,3 \text{ Mpa}}$$

$$m = 14,2$$

$$\rho_b = 0,0343$$

$$\rho_{max} = 0,0257$$

$$\rho_{min} = 0,0036$$

$$M_n = M_u / \phi \quad (\phi = 0,75)$$

$$R_n = 1,3378 \text{ N/mm}$$

$$\rho_{perlu} = 0,00343$$

$$\rho_{max} \geq \rho_{perlu} \geq \rho_{min}$$

$$\rho_{pakai} = 0,0036 \text{ MPa}$$

$$A_s \text{ perlu} = 320,508 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak Tul. (s)} = 353 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan = D12 – 350 mm

$$A_{s \text{ susut}} = 240 \text{ mm}^2 < 320 \text{ mm}^2 \dots \text{OK}$$

2. Cek Penulangan Balok

Hasil Output perhitungan dari *Software* SAP2000 V23:

$$\text{Momen Tulangan (Mu-)} = 418,861 \text{ kN/m}$$

$$\text{Momen Tulangan (Mu+)} = 373,562 \text{ kN/m}$$

$$\text{Gaya Geser max} = 160,119 \text{ kN/m}$$

a. Kebutuhan Tulangan Lentur

Perhitungan kebutuhan tulangan dapat menggunakan persamaan 12 sampai 24 seperti dibawah ini:

$$\rho_b = 0,0343$$

$$\rho_{max} = 0,0257$$

$$\rho_{min} = 0,0036$$

Tulangan tumpuan balok

$$M_n = M_u / \phi \quad (\phi = 0,75)$$

$$R_n = 3,904 \text{ MPa}$$

$\rho_{perlu} = 0.01055$
 $\rho_{max} \geq \rho_{perlu} \geq \rho_{min}$
 $\rho_{pakai} = 0.01055 \text{ MPa}$
 $As_{perlu} = 2185,42 \text{ mm}^2$
 Tul. terpakai (n) = 8 bh
 $As_{pakai} = 8 \text{ D19}$
 $As_{perlu \text{ SAP}} < As_{pakai}$
 $(1818 \text{ mm}^2) < (2267 \text{ mm}^2) \dots\dots\text{OK}$
 $a = 107,115 \text{ mm}$
 $M_n = 601,884 \text{ kNm}$
 $\phi M_n \geq M_u -$
 $451,413 \text{ kNm} \geq 418,861 \text{ kNm} \dots\dots\text{OK}$

Tulangan lapangan balok
 $M_n = M_u / \phi \quad (\phi = 0,75)$
 $R_n = 3,482 \text{ MPa}$
 $\rho_{perlu} = 0.00932$
 $\rho_{max} \geq \rho_{perlu} \geq \rho_{min}$
 $\rho_{pakai} = 0.00932 \text{ MPa}$
 $As_{perlu} = 1930,898 \text{ mm}^2$
 Tul. terpakai (n) = 7 bh
 $As_{pakai} = 7 \text{ D19}$
 $As_{perlu \text{ SAP}} < As_{pakai}$
 $(825 \text{ mm}^2) < (1984 \text{ mm}^2) \dots\dots\text{OK}$
 $a = 93,725 \text{ mm}$
 $M_n = 529,304 \text{ kNm}$
 $\phi M_n \geq M_u +$
 $396,978 \text{ kNm} \geq 373,562 \text{ kNm} \dots\dots\text{OK}$

b. Kebutuhan Tulangan Geser
 Perhitungan kebutuhan dapat menggunakan persamaan 25 sampai 27 seperti dibawah ini:
 $V_u = 160,119 \text{ kN}$
 $\Phi = 0,75$
 $V_c = 198,931 \text{ kN}$
 $\phi V_c = 149,198 \text{ kN}$
 $V_u > \phi V_c \dots\dots\text{OK}$
 $V_s = 14,561 \text{ kN}$
 $A_v = 56,52 \text{ mm}^2$
 $s = 643,26 \text{ mm}^2$
 Tulangan Sengkang terpasang D6 – 600 mm

3. Cek Penulangan Kolom

Hasil Output perhitungan dari *Software* SAP2000 V23:

$P_u = 3787,259 \text{ Kn}$
 $M_u = 488,912 \text{ kN}$
 $V_u = 236,214 \text{ kN}$

a. Cek Penulangan Kolom
 Penulangan kolom dapat menggunakan persamaan 28 sampai 32 sebagai berikut:

Paksial $> \frac{Ag * f_c}{10}$
 $3787,259 \text{ kN} > 1992 \text{ kN} \dots\dots\text{OK}$

Sisi terpendek (b) penampang kolom tidak boleh kurang dari 300 mm

$500 \text{ mm} > 300 \text{ mm} \dots\dots\text{OK}$
 Rasio dimensi penampang $> 0,4$
 $b/h > 0,4$
 $2,4 > 0,4 \dots\dots\text{OK}$
 $As_{perlu \text{ SAP}} = 6000 \text{ mm}^2$
 $As_{pakai} = 6869 \text{ mm}^2 = 14 \text{ D25}$
 $As_{pakai} > As_{perlu}$
 $6869 \text{ mm}^2 > 6000 \text{ mm}^2 \dots\dots\text{OK}$
 $P_n \text{ max} = 15588,53 \text{ kN}$
 $\phi P_n \text{ max} = 15588,53 \text{ kN}$
 $\phi P_n \text{ max} \geq P_u$
 $15588,53 \text{ kN} \geq 3787,259 \text{ kN} \dots\dots\text{OK}$

b. Cek Tulangan Geser

$V_c = 1934,77 \text{ kN}$
 $As = 265.33 \text{ mm}^2$
 $s = 100 \text{ mm}$
 $V_s = 722,441 \text{ kN}$
 $\phi (V_s + V_c) > V_u$
 $1992,912 \text{ kN} > 236,214 \text{ kN} \dots\dots\text{OK}$

5. KESIMPULAN

a. Standar SNI & standar Eurocode memiliki nilai keamanan yang baik untuk diterapkan di lokasi rawan gempa, dengan memperhatikan nilai gaya geser dasar ragamnya yang mampu melampaui gaya geser dasar statiknya.

Tabel 14. Rekapitulasi Gaya Geser

	SNI		EUROCODE	
	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
Gaya Geser Dasar Ragam (Vt)	5680.612	5681.625	5701.174	5701.302
Gaya Geser Dasar Statik (V)	5680.083	5680.083	5700.202	5700.202

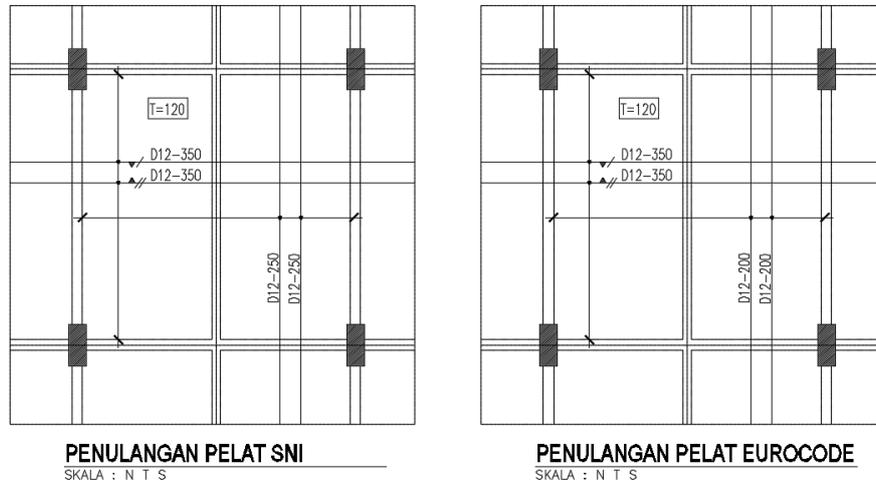
b. Hasil analisa struktur dengan program SAP2000 didapatkan hasil momen terbesarnya:

Tabel 15. Rekapitulasi Momen

Pelat Lantai		Balok		Kolom	
SNI (Kg/m)	Eurocode (Kg/m)	SNI (kN/m)	Eurocode (kN/m)	SNI (kN/m)	Eurocode (kN/m)
1329,33	1281,37	500,251	418,861	576,487	488,917

Momen SNI mendapatkan hasil yang lebih besar, karena pada beban kombinasi ultimate lebih besar nilai koefisiennya dibandingkan dengan standar Eurocode.

- c. Hasil analisa perhitungan luasan penulangan pada pelat lantai dengan standar Eurocode lebih besar 1,12% dengan nilai 2550 mm² dibandingkan SNI hanya 2267 mm².



Gambar 8. Detail Perbedaan Penulangan Pelat Lantai

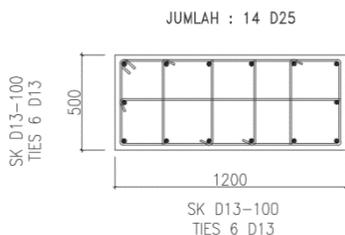
- d. Hasil analisa perhitungan luasan penulangan pada Balok Menerus kebutuhan pada standar SNI lebih banyak dibandingkan Eurocode sesuai pada gambar:

PENULANGAN BALOK

TYPE BALOK	SNI			EUROCODE		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN						
DIMENSI	300 x 750	300 x 750	300 x 750	300 x 750	300 x 750	300 x 750
TULANGAN ATAS	9 D 19	3 D 19	9 D 19	8 D 19	3 D 19	8 D 19
TULANGAN BAWAH	4 D 19	5 D 19	4 D 19	3 D 19	4 D 19	3 D 19
SENGKANG	D8 - 200	D8 -250	D8 - 200	D8 - 300	D8 - 500	D8 - 300
PEMINGGANG	2 D 8	2 D 8	2 D 8	2 D 8	2 D 8	2 D 8

Gambar 9. Detail Perbedaan Penulangan Balok

- e. Hasil analisa perhitungan pada luasan penulangan kolom, walaupun perbandingan momennya terjadi perbedaan nilai namun tidak mempengaruhi dari segi kebutuhan kedua standar sama – sama membutuhkan penulangan sebesar 6869 mm²



Gambar 10 : Detail Penulangan Kolom

- f. Hasil analisa dari segi efektif, Keduanya sama – sama efektif untuk dijadikan acuan perencanaan beton karna dapat mencapai kebutuhan yang diinginkan oleh perencana.
- g. Hasil analisa dari segi ekonomis dari seluruh kebutuhan antara keduanya disimpulkan bahwa standar Eurocode lebih ekonomis dibandingkan dengan standar SNI, terlihat pada gambar 5 pekerjaan pelat SNI memiliki kebutuhan lebih renggang dengan D12-250 dari Eurocode yang menggunakan D12-200. sedangkan pada gambar 6 pekerjaan balok SNI menggunakan 9 D19 lebih banyak dari Eurocode yang hanya 8 D19. Dan pekerjaan pada balok lebih banyak dibandingkan pekerjaan pelat lantai. Hal tersebut pula dapat

menggambarkan penggunaan standar Eurocode memiliki nilai lebih ekonomis dalam pekerjaan struktur pembangunan sebuah gedung.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional (1989): Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727:1989), Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Badan Standar Nasional (2002): Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847:2002), Badan Standarisasi Nasional, Bandung
- Badan Standar Nasional (2019): Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019), Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Badan Standar Nasional (2019): Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung (SNI 1726:2019), Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Badan Standar Nasional (2020): Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain (SNI 1727:2020), Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Christofer, L. (2019). Analisa Perbandingan Metode Konvensional Dan Metode Flat Slab Pada Struktur Plat Lantai Di Proyek Pembangunan Kaliban School. Batam : UIB Repository
- Dipohusodo, Istimawan (1993), Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991:03), Departemen Pekerjaan Umum RI, Jakarta
- European Standard (2002), *Eurocode 1: Actions On Structures – Part 1-1: General Actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings*, EN1991-1-1, Comite Europeen De Normalisation (Brussels)
- European Standard (2004), *Eurocode 2: Design Of Concrete Structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings*, EN1992-1-1, Comite Europeen De Normalisation (Brussels)
- European Standard (2005), *Eurocode - Basis Of Structural Design, EN 1990:2002+A1*, Comite Europeen De Normalisation (Brussels)
- Herlina, D. M. T. D. (2019). Analisa Balok Beton Bertulang Menggunakan Program ABAQUS CAE V6.14 Pada Gedung Hotel Isis Style Dalam Wilayah Gempa III. Semarang : UNNES Respository
- Hidayat, N. A. (2017). Perencanaan Ulang Struktur Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kabupaten Kudus Dengan Penambahan Fasilitas Helipad pada Lantai Atap . Semarang : UNNES Respository
- Kurnia, G. (2019). Perencanaan Struktur Gedung Lima (5) Lantai Rumah Susun Lokasi Sumurboto Semarang. Semarang : USM Repository
- Lita, M. (2018). Analisa Perbandingan Metode SNI dan British Standard Dalam Perhitungan Struktur Gedung Bertingkat (Studi Kasus: Office Tower Menara Aria). Batam : UIB Respository
- McCormac, J. C. and Brown, R. H. (2013) *Design Of Reinforced Concrete Ninth Edition*, Wiley, America.
- Nuh, S. (2016). Tinjauan Kekuatan Struktur, Kolom, Balok, Dan Pelat Pada Proyek Pembangunan Klenteng Ho Tek Cheng Sin Di Paal 4 Manado. Manado : POLIMDO Respository
- Nurhaliza. (2021). Analisa Kekuatan Struktur Balok Dan Pelat Lantai Akibat Rencana Alih Fungsi Gedung Rektorat Menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi. Jambi : UNJA Repository
- Putra, E. (2019). Analisa Perbandingan Metode SNI Dan ACI Standard Dalam Perhitungan Struktur Gedung Bertingkat . Batam : UIB Repository
- Riyanto, A. (2018). Analisa Perhitungan Volume Besi dan Beton Pada Struktur Gedung Tower 1 Proyek Mesitertadt Batam . Batam : UIB Repository
- Saraswati, I. A. dan Rofiq, H. I. (2020). Perancangan Gedung Bertingkat 10 Lantai Dengan Beton Bertulang Mutu Tinggi . Surabaya : ITS Repository
- Sitanggang, E.S.Y. (2012). Analisa Pelat Lantai Pada Bangunan Tinggi Terhadap Gaya Gempa. Medan: USU Repository
- Suiwandy, L. L. (2019). Analisa Perbandingan Struktur Beton Pada Bangunan Gedung Menggunakan Standar SNI dan Eurocode. Batam : UIB Respository