

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG *STUDENT CENTER* 7 LANTAI DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI KOTA
BALIKPAPAN

Andina Prima Putri¹⁾, Melsy Pasarrin²⁾, Tiara Rukmaya Dewi³⁾

Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Kalimantan

Jl. Soekarno Hatta KM. 15, Balikpapan, 76127, Indonesia

E-mail: andina@lecturer.itk.ac.id¹⁾, 07171043@student.itk.ac.id²⁾, tiararukmaya@lecturer.itk.ac.id³⁾

ABSTRAK

Seiring berkembangnya dunia pendidikan, menuntut pihak pengelola perguruan tinggi untuk terus mengembangkan diri, yaitu dalam sistem pengelolaan dan juga fasilitas perkuliahan, terutama gedung kampus yang dilengkapi dengan fasilitas memadai serta dapat terintegrasi secara mudah, guna mendukung proses perkuliahan secara optimal. Kebutuhan tersebut menjadi dasar perencanaan untuk membangun Student Center di Kawasan Institut Teknologi Kalimantan. Gedung Student Center yang menjadi pusat kegiatan mahasiswa di bidang non akademik yang ditujukan untuk belajar, sosialisasi, dan berkreasi. Dalam perencanaannya ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan yaitu arsitektural, struktural serta MEP. Kemudian penelitian ini diharapkan dapat mengetahui rencana kebutuhan ruang gedung Student Center, kemudian mengetahui bagaimana dimensi setiap komponen struktur atas Gedung Student Center ITK. Hasil perencanaan ini diharapkan dapat menambah pemahaman mengenai perencanaan struktur gedung dan hasil perencanaan ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan Basic Engineering Design (BED) Student Center. Dari hasil penelitian didapatkan luas bangunan 2640 m², sebanyak 7 lantai. Dimensi terbesar kolom yaitu 90/90 cm, dimensi balok induk 40/55cm bentang 10m, tebal pelat lantai 12 cm.

Kata kunci: Perencanaan, Student Center, Standar Nasional Indonesia, SRPMK

1. Pendahuluan

Institut Teknologi Kalimantan adalah perguruan tinggi negeri yang berlokasi di Balikpapan untuk menunjang penguatan SDM dan IPTEK di Kalimantan. Seiring berkembangnya dunia pendidikan, menuntut pihak pengelola perguruan tinggi untuk terus mengembangkan diri, yaitu dalam sistem pengelolaan dan juga fasilitas perkuliahan, terutama gedung kampus yang memiliki fasilitas memadai serta dapat terintegrasi secara mudah, guna mendukung proses perkuliahan secara optimal. (Dewanto atmaja nugraha sumadi, 2017). Untuk mendukung hal itu, perlu adanya gedung yang menjadi pusat aktivitas kegiatan mahasiswa berupa *Student Center* di kawasan ITK. Kebutuhan tersebut menjadi dasar perencanaan untuk membangun *Student Center* di Kawasan Institut Teknologi Kalimantan. Gedung *Student Center* yang menjadi pusat kegiatan mahasiswa di bidang non akademik yang ditujukan untuk belajar, sosialisasi, dan berkreasi. Bangunan yang diharapkan dapat menyatukan antar mahasiswa, kelompok, civitas kampus, alumni hingga tamu.

(Serafina Tesa Lonika, 2021)

Perencanaan pembangunan gedung *Student Center* harus diperhitungkan dengan baik untuk pembagian ruang menurut fungsinya agar menghasilkan gedung yang optimal penggunaannya, kuat, aman dan ekonomis. Dalam Perencanaan struktur harus berdasarkan peraturan yang telah ditetapkan pemerintah berupa Standar Nasional Indonesia (SNI). Kemudian perencanaan arsitektur dibuat berdasarkan kebutuhan ruang dan analisis kapasitas pengguna berdasarkan referensi seperti Aristek Data, *Human Dimension*, dan Permen PU.

Struktur pada beton bertulang direncanakan untuk dapat menahan beban yang akan diterapkan. Beban merupakan gaya dari luar dan dari struktur yang bekerja pada struktur. Beban-beban tersebut akan dikombinasikan jika telah terhitung secara tepat satu persatunya. Saat melakukan perencanaan struktur bangunan bertingkat, digunakan sistem struktur yang dapat menahan beban mati, beban angin, beban hidup maupun beban lainnya yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. (Agus

Setiawan, 2013).

Dalam perencanaan gedung, beban-beban yang akan dipikul seperti beban hidup, beban mati, dan beban gempa merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan struktur. Dalam proses analisis struktur digunakan *software* SAP2000 sehingga didapatkan data berupa gaya dalam axial, gaya geser, momen torsi, dan momen pada bidang/momen terhadap sumbu 2 & 3. (Hartono dkk, 2019)

Pada sistem struktur rangka mekanisme lentur dapat menahan beban lateral pada elemen struktur dan sambungannya. Sistem ini terbagi menjadi 3 yaitu, Momen Biasa (SRPMB Momen Menengah (SRPMM), Dan Momen Khusus (SRPMK). Yang pada penggunaan yaitu adanya peningkatan persyaratan detail dan perancangan agar kapasitas deformasinya meningkat. (SNI 2847, 2019).

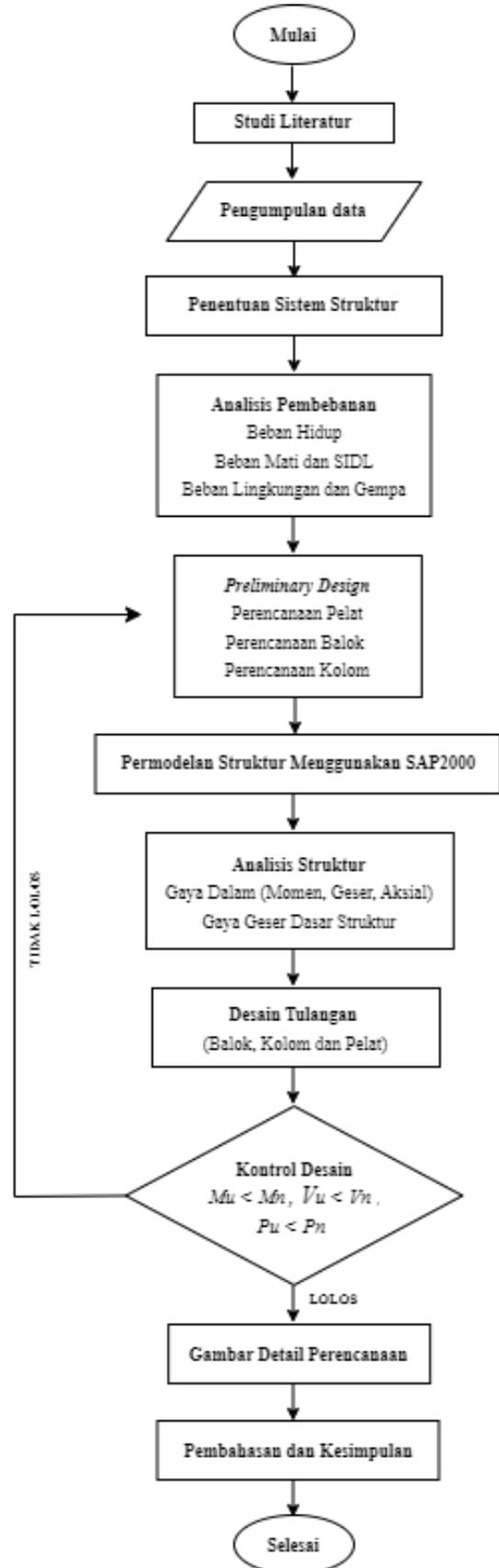
Tujuan penelitian ini antara lain untuk mengetahui rencana kebutuhan ruang gedung *student center*; mengetahui detail dimensi setiap komponen struktur atas dan bawah, serta mengetahui bentuk gambar rencana (BED) *Basic Engineering Design student center* Institut Teknologi Kalimantan.

2. Metodologi

Metode perencanaan pada penelitian ini di mulai dengan studi literatur, pengumpulan data, *preliminary design*, analisis pembebanan, kombinasi pembebanan, permodelan pada SAP2000, Analisis struktur, desain tulangan.

Dalam perencanaan menggunakan acuan. Analisis kebutuhan ruang dibuat berdasarkan referensi Arsitek Data, *Human Domension*, dan Permen PU. SNI 1726: 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 1727:2020 Tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.

Adapun diagram alir penelitian ini antara lain sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dan data bangunan pada perencanaan ini dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data bangunan

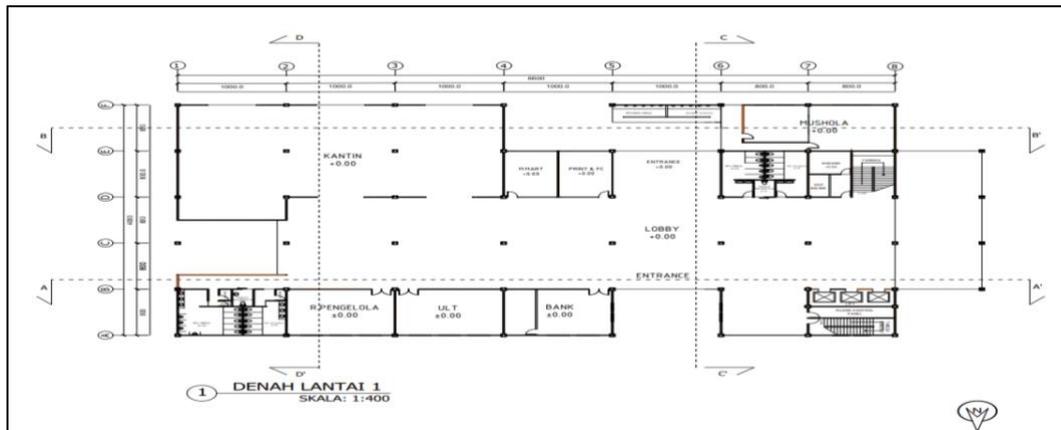
Data umum bangunan		
1	Fungsi Gedung	: Gedung Sekolah
2	Lokasi Perencanaan	: Balikpapan
3	Tinggi Bangunan	: 31,5 meter
4	Panjang Gedung	: 72 meter
5	Lebar Gedung	: 40 meter
6	Jumlah Lantai	: 7 Lantai
7	Struktur Bangunan	: Beton Bertulang
Data Material		
9	Balok	
	Mutu Beton	: 30 MPa
	Mutu Tulangan Ulir	: BJTS 420A
	Mutu Tulangan Polos	: BJTP 280
10	Kolom	
	Mutu Beton (f'c)	: 30 MPa
	Mutu Tulangan Ulir (fy)	: BJTS 420A
	Mutu Tulangan Polos (fy)	: BJTP 280
11	Pelat	
	Mutu Beton (f'c)	: 30 MPa
	Mutu Tulangan Ulir (fy)	: BJTS 420A
	Mutu Tulangan Polos (fy)	: BJTP 280

3. Analisis dan Pembahasan

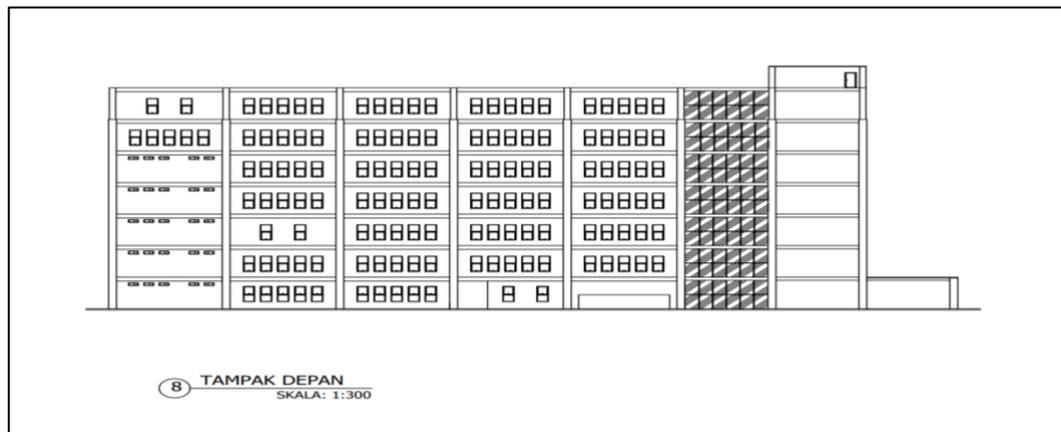
3.1 Analisis Kebutuhan Ruang

Pada penelitian ini, dilakukan pengumpulan data-data terkait dengan menggunakan data perencanaan sebagai informasi penunjang dalam perencanaan struktur yang mencakup data umum gedung, material yang digunakan, dan kondisi tanah.

Pertimbangan dalam perencanaan *student center* ialah ketersediaan fasilitas yang ada di dalam yang harus sesuai dengan kebutuhan mahasiswanya. Dalam analisis kebutuhan ruangnya didasarkan pada Arsitek Data, Human Dimension, dan Permen PU. Bangunan *student center* sendiri merupakan bangunan multifungsi yang bisa memiliki berbagai bentuk konstruksi bangunan yang dapat digunakan kombinasi struktur antara lebar dengan struktur bangunan berlantai 7 lantai dan luasan bangunan sebesar 2640 m².



Gambar 2. Denah Lantai 1



Gambar 3. Tampak depan

3.2 Analisis Pembebanan

Analisis beban mati dan beban hidup pada penelitian ini didasarkan pada SNI 1727:2020. Rekapitulasi beban mati dan beban hidup dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Beban Mati dan Beban Hidup

Beban	Nilai	Satuan
Mati	79	Kg/m ²
Hidup	136	Kg/m ²

Analisis beban angin didasarkan pada SNI 1727:2020 dan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Beban Angin

Beban Angin	Satuan	
Kategori Resiko	III	
Kecepatan angin dasar	23,75	m/s
Parameter faktor arah angin K_d	0.85	
Kategori eksposur, yaitu kategori eksposur	B	
Faktor kategori topografi yaitu K_{zt}	1	
Faktor elevasi permukaan tanah atau K_e	1	
Faktor efek hambusan angin(G)	0.85	
Klasifikasi ketertutupan, yaitu bangunan	Tertutup	
Klasifikasi ketertutupan Gcpi	0.18	
Koefisien eksposur tekanan velositas K_z atau K_h	0,998	
Penentuan tekanan velositas q_z	0,293	N/m ²
koefisien tekanan eksternal C_p atau C_n	0,8	
P (tekanan angin) setiap sisi gedung	0,147	kN/m ²

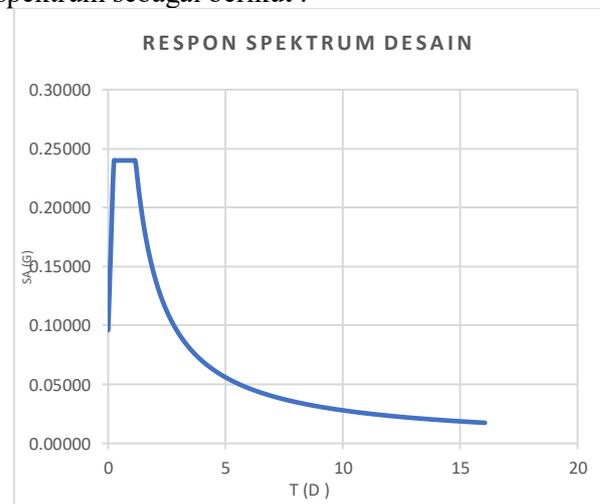
Analisis Beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019 di kota Balikpapan dengan kategori risiko IV mempunyai kelas situ SE (tanah lunak), dan dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Beban Gempa

Beban Gempa	
Kota	Balikpapan
Kategori Resiko Bangunan	IV

Faktor Keutamaan Gempa (I_e)	1.5
Klasifikasi Situs	SE
Nilai S_s	0.15
Nilai S_1	0.1
Koefisien situs F_a	2.4
Koefisien situs F_v	4.2
Penentuan S_{ms}	0.36
Penentuan S_{M1}	0.42
SDS	0.24
SD1	0.28
T_0	0.23 detik
T_s	1.17 detik
Kategori Resiko	D
TL	16 detik

Dilakukan perhitungan respon spektrum secara manual berdasarkan dengan SNI 1726:2019 dengan data di atas didapatkan grafik respon spektrum sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Respon Spektrum

Berdasarkan gambar **grafik 4**. Didapatkan SA maks sebesar 0,24 G dengan periode 0,25 detik.

3.3 Preliminary Design

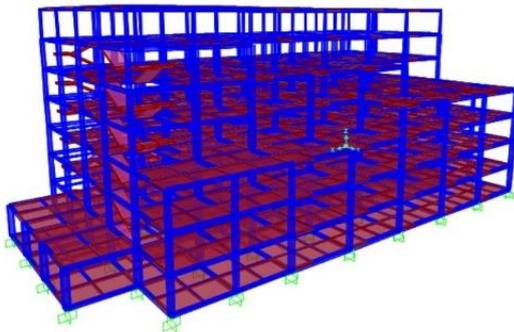
Dalam perhitungan *preliminary design* didasarkan pada SNI 2847:2019 sehingga didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi dimensi elemen

Jenis	Kode	Dimensi	Satuan
Balok	B1	55/40	cm
	B2	45/30	cm
Balok Anak	BA1	25/20	cm
	BA2	20/15	cm
	BA3	20/15	cm
Kolom	KUT1	55/55	cm
	KUT2	50/50	cm
	KUT3	30/30	cm
	KH1	70/70	cm
	KH2	70/70	cm
	KH3	30/30	cm
Pelat	PA	10	cm
	P1	12	cm

3.4 Permodelan Struktur

Dalam permodelan struktur dilakukan dengan program bantu SAP2000 v.21. sehingga didapatkan hasil permodelan sebagai berikut. Permodelan struktur dimulai dengan memodelkan geometri struktur, spesifikasi material, properties elemen, beban.



Gambar 5. Permodelan Struktur

Setelah dilakukan permodelan struktur dan hasil *running* pada program SAP 2000, maka didapatkan hasil berupa diagram gaya dalam momen, geser, aksial serta torsi yang terdapat pada struktur tersebut pada setiap elemen yakni elemen balok, kolom dan juga pelat. Kemudian dilakukan:

1. Berat Bangunan

Berat bangunan dikontrol untuk mengetahui kesesuaian permodelan pada program bantu SAP2000 dengan perencanaan bangun gedung dapat dilihat tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi berat bangunan SAP2000

TABLE: Base Reactions		
OutputCase	CaseType	GlobalFZ
Text	Text	KN
DEAD	LinStatic	89923.348
SUPERDEAD	LinStatic	63390.55
LIVE	LinStatic	66366.325
BERAT STRUKTUR	Combination	219680.223

Selisih hasil perhitungan maksimal atau $\Delta_{kontrol} = 5\%$, penentuan selisih hasil perhitungan manual dibandingkan dengan hasil program SAP2000 antara lain dapat dilihat sebagai berikut ini:

Menentukan nilai Δ_w

$$\Delta_w = W_{hasilSAP2000} - W_{hitungmanual}$$

$$\Delta_w = 219680,223 - 215090,817 = 4589,405$$

$$\Delta = \frac{\Delta_w}{W_{totalmanual}} \times 100\%$$

$$\Delta = \frac{4589,405}{215090,817} \times 100\% = 2,133\%$$

$$\Delta = 2,133\% \leq \Delta_{kontrol}$$

$$\Delta = 2,133\% \leq 5\% \text{ (OK)}$$

Jadi selisih perhitungan manual dengan hasil program didapatkan sebesar **2,133 %** dimana hasil tersebut masih di bawah nilai maksimal kontrol berat bangunan sehingga dapat digunakan.

2. Kontrol Partisipasi Massa

Berdasarkan pada SNI 1726;2019 pasal 7.9.1.1 untuk perhitungan respon dinamik gempa harus dirancang sedemikian agar partisipasi massa terkombinasi paling sedikit sebesar 90%. Output rasio partisipasi massa hasil output SAP2000. Dari tabel diatas didapat partisipasi massa untuk arah X sebesar 90,4% pada modal ke-10 dan partisipasi massa untuk arah Y sebesar 92,7% pada modal ke-10. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa analisis struktur yang sudah dilakukan sudah memenuhi syarat pada SNI 1726;2019 pasal 7.9.1.1.

3. Kontrol Waktu Getar

Berdasarkan Tabel di atas maka T_c terbesar yaitu 1,787 detik, maka menurut SNI 1726;2019 periode fundamental T yang digunakan.

- 1) Penentuan nilai T_a dimana tinggi gedung 31,5 m ($h_n=31,5$) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini:

$$T_a = C_t h_n^x$$

$$T_a = 0,046 \times 31,5^{0,9} = 1,0395 \text{ detik}$$

- 2) Kemudian setelah didapatkan nilai T_a selanjutnya menentukan nilai T_{max} dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini:

$$T_{u_{a_{max}}}$$

$$T_{max} = 2,1 \times 1,0395 \text{ detik}$$

$$T_{max} = 2,183 \text{ detik}$$

Karena $T_a \leq T_c \leq T_{max}$, maka dipakai $T=T_c=1,787$ detik.

4. Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Nilai akhir respon spektrum desain dinamik struktur dalam arah yang ditetapkan tidak boleh lebih kecil dari 85% nilai respon statik sesuai dengan acuan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.1.1. Adapun perhitungan untuk menentukan gaya geser antara lain .

Mencari nilai C_s dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini dengan nilai R didapatkan berdasarkan SNI 1726:2019 tabel 12;

$$C_s = \frac{S_{D5}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,24}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,045$$

- 1) Mencari nilai C_s tidak boleh lebih dari dengan cara sebagai berikut;

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,28}{1,143\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,036 \quad (\text{tidak memenuhi})$$

- 2) Kemudian mencari nilai C_s tidak kurang dari dengan cara sebagai berikut;

$$C_s = \frac{0,5S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,5 \times 0,1}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,015 \quad (\text{memenuhi})$$

Maka nilai C_s yang dipakai sebesar 0,036

Adapun perhitungan untuk kontrol nilai akhir respon spektrum antara lain sebagai berikut.

- 1) Langkah pertama adalah menentukan nilai gaya geser statik (V_{statik}) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_{statik} = C_s \times W = 0,036 \times 29805318,43 = 1075126,629 \text{ kg}$$

- 2) Langkah selanjutnya kontrol gempa arah X dengan cara seperti dibawah ini;

$$V_{dinamik} \geq 85\%V_{statik}$$

$$157372,87 \geq 85\% \times 1075126,629 \quad (\text{NOT OK})$$

- 3) Kemudian kontrol gempa arah Y dengan menggunakan cara yang sama seperti kontrol gaya gempa arah X sebagai berikut:

$$V_{dinamik} \geq 85\%V_{statik}$$

$$164260,87 \geq 85\% \times 1075126,629 \quad (\text{NOT OK})$$

- 4) Berdasarkan pada SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1, Apabila gaya geser dasar hasil analisis lebih kecil dari $C_s \times W$, maka harus diperbesar dengan menggunakan faktor skala dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{C_s \times W}{V_{dinamik}}$$

- 5) Selanjutnya menentukan faktor skala untuk gempa arah x dan arah y dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Faktor skala gempa arah x} = \frac{1075126,629}{157372,87} = 6,83$$

$$\text{Faktor skala gempa arah y} = \frac{1075126,629}{164260,87} = 6,54$$

- 6) Setelah $V_{dinamik}$ dikali dengan faktor skala maka didapatkan nilai sebagai berikut;

$$V \text{ dinamik arah X} = 1075124,25 \text{ kg}$$

$$V \text{ dinamik arah Y} = 1075120,26 \text{ kg}$$

- 7) Selanjutnya kontrol gempa arah X dengan cara sebagai berikut:

$$V_{dinamik} \geq 85\%V_{statik}$$

$$1075124,25 \geq 85\% \times 1075126,629$$

$$1075124,25 \geq 1075126,629 \quad (\text{OK})$$

- 8) Dan selanjutnya kontrol gempa arah Y dengan cara sebagai berikut:

$$V_{dinamik} \geq 85\%V_{statik}$$

$$1075120,26 \geq 85\% \times 1075126,629$$

$$1075120,26 \geq 1075126,629 \quad (\text{OK})$$

Dari kontrol nilai akhir respon spektrum desain disimpulkan yaitu analisis gedung student center ITK sudah memenuhi persyaratan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.

5. Kontrol Batas Simpangan Antar Lantai (*Drift*).

Kontrol batas simpangan antar lantai (*drift*) dihitung berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.6 dimana untuk mencegah kerusakan non struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Tabel 7. Kontrol Simpangan Arah X Akibat Beban Gempa Arah X

Lantai	Tinggi Lantai	Simpangan			
		Simpangan diperbesar	Simpangan antar lantai	Simpangan ijin	
	Z	δe	δx	Δ	Δa
	m	mm	mm	Mm	mm
Atap	31,5	19,48	71,42667	13,6033333	45
7	27	15,77	57,82333	7,44333333	45
6	22,5	13,74	50,38	9,64333333	45
5	18	11,11	40,73667	11,44	45
4	13,5	7,99	29,29667	12,21	45
3	9	4,66	17,08667	11,4033333	45
2	4,5	1,55	5,683333	5,68333333	45
Dasar	0	0	0	0	45

Maka model SAP2000 dapat di terima karena sudah memenuhi persyaratan yang berlaku.

3.5 Penulangan

1) Balok

Dari permodalan struktur pada SAP2000 di dapatkan rekapitulasi gaya dalam untuk balok atap sebagai berikut.

Tabel 8. Rekapitulasi gaya dalam balok atap

M Ultimate	418,82 kN.m
V Ultimate	199,48 kN
T Ultimate	61,06 kN.m

Dilakukan perhitungan luas penampang tulangan (A_s) awal dengan mengasumsikan $jd = 0,95 d$.

$$A_s \geq \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} \approx \frac{M_u}{\phi f_y (jd)}$$

$$A_s \geq \frac{M_u}{\phi f_y (jd)} = \frac{418,816}{0,9 \times 420 \times (0,95 \times 497,5)} = 2344,308 \text{ mm}^2$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan α menggunakan nilai A_s pada perhitungan di atas sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{A_s \times f_y}{0,85 f_c' b} = \frac{2344,308 \times 420}{0,85 \times 30 \times 400} = 96,53 \text{ mm}$$

Setelah diperoleh nilai α dilakukan lagi perhitungan A_s selanjutnya untuk menentukan diameter tulangan yang akan dipakai dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut ini:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{418816000}{0,9 \times 420 \times (497,5 - \frac{96,53}{2})} = 2466,37 \text{ mm}^2$$

Setelah diperoleh hasil A_s pakai, untuk kebutuhan tulangan lentur tekan pada balok dengan diameter tulangan rencana 25 mm yaitu sebagai berikut:

$$n = \frac{A_s}{\text{Luas tulangan}} = 5,026 \approx 6 \text{ buah}$$

Setelah diperoleh hasil A_s pakai, yaitu sebagai berikut:

$$A_s = n \times \frac{1}{4} \pi D^2 = 6 \times \frac{1}{4} \pi \times 25^2 = 2943,75 \text{ mm}^2$$

Kemudian, Momen nominal yang disediakan oleh penampang balok beton bertulang dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\phi M_n = \phi \left[A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \right]$$

$$\phi M_n = 0,9 \left[2943,75 \times 420 \left(497,5 - \frac{121,21}{2} \right) \right]$$

$$\phi M_n = 486147650 \text{ Nmm} = 486,147 \text{ kNm}$$

Kapasitas momen nominal penampang beton bertulang harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$\frac{M_u}{\phi M_n} < 1$$

$$\frac{418,816}{486,147} < 1 \rightarrow 0,86 < 1 \text{ (OK! Memenuhi)}$$

Karena persyaratan memenuhi, maka digunakan tulangan 6-D25 untuk tulangan lentur tekan memanjang dengan dimensi penampang 40/55.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan kapasitas geser tulangan dengan tulangan geser rencana 10 mm, bila tulangan tegak lurus terhadap sumbu komponen struktur, berikut merupakan perhitungannya:

Spasi sengkang pada kedua ujung balok tidak boleh melebihi dari yang terkecil sesuai yang disyaratkan yaitu sebagai berikut:

$$s \leq \frac{d}{4} = \frac{505}{4} = 126,25 \text{ mm}$$

$$s \leq 8d_{bl} = 8 \times 22 = 176 \text{ mm}$$

$$s \leq 24d_{bs} = 24 \times 10 = 240 \text{ mm}$$

$$S_{pakai} = 126,25 > 120 \text{ mm (OK! Memenuhi)}$$

Selanjutnya, dilakukan perhitungan kapasitas geser tulangan bila tulangan tegak lurus terhadap sumbu komponen struktur, berikut merupakan perhitungannya:

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} = \frac{157 \times 280 \times 505}{150} = 147998,66 \text{ N}$$

Gaya geser maksimum yang dipikul oleh tulangan tidak boleh lebih besar:

$$V_s < 0,66 \sqrt{f_c' b d}$$

$$V_s < 0,66 \sqrt{30} 400 \times 505$$

$$147998,66 < 730223,713 \text{ (OK! Memenuhi)}$$

Kontrol kapasitas penampang beton bertulang geser. Selanjutnya, dilakukan perhitungan kapasitas geser total tulangan dengan balok beton sesuai persyaratan yang telah ditentukan SNI 2847 dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\phi V_n = \phi V_s + \phi V_c = 274264,744 \text{ N}$$

Selanjutnya, dilakukan pengecekan terhadap perbandingan kapasitas yang mampu dipikul oleh balok terhadap gaya geser ultimate yang bekerja pada balok yaitu sebagai berikut:

$$\phi V_n < V_u$$

$$\frac{V_u}{\phi V_n} < 1$$

$$\frac{199,484}{274,264} < 1 \rightarrow 0,72 < 1 \text{ (OK! Memenuhi)}$$

Karena berdasarkan perhitungan diatas memenuhi persyaratan kapasitas nominal untuk menahan gaya geser sebesar 199,484 kN, maka dapat digunakan tulangan 2Ø10-120 mm.

Tabel 9. Tulangan Balok

Jenis Balok	Dimensi		Kondisi	Jenis	Tulangan Lentur		Tulangan Geser		Tulangan Torsi	
	b	h			Jumlah Tulangan	Diameter Tulangan	Diameter Tulangan	Jarak	Diameter	Jumlah
BI1	400	550	Tumpuan	tekan	6	25	10	150	25	2
	400	550			2	25	10	150	25	2

2) Kolom

Dari permodalan struktur pada SAP2000 di dapatkan rekapitulasi gaya dalam untuk balok atap sebagai berikut.

Tabel 10. Gaya dalam kolom

Pu	4485 kN
Vu	258,358 kN
Tu	13, 922 kN.m

Dilakukan pengecekan terhadap kapasitas penampang sebagai berikut.

$$\phi Pn > Pu$$

$$4116,07 \text{ kN} < 4485,23 \text{ kN (Tidak OK)}$$

Maka diubah dimensi penampang kolom dan ukuran tulangan

Digunakan dimensi kolom K1 menjadi 70 x 70 cm

Digunakan tulangan 29D20 untuk tulangan lentur dan didapat hasil analisa kolom dengan program bantu Spcolumn sebagai berikut.

$$Ast = \frac{1}{4} \pi d^2 n = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 29^2 \times 20 =$$

$$13245,75 \text{ mm}^2$$

$$Ag = 490000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Rasio tulangan} = 2,70 \%$$

Penentuan kekuatan aksial kolom maksimum berdasarkan SNI 2847;2019 tabel 22.4.2.1

$$\phi Pno'(Ag - Ast)_{y_{stmax}}$$

$$\phi Pn_{max} = (490000 - 13245,75) \text{ N atau } 17720448,38 \text{ kN}$$

Didapat nilai ϕPn berdasarkan hasil analisa program Spcolumn sebesar 9143,71 kN Dilakukan pengecekan terhadap kapasitas penampang sebagai berikut:

$$\phi Pn > Pu$$

$$9143,71 \text{ kN} > 4485,23 \text{ kN (OK)}$$

Penentuan kapasitas geser tulangan berdasarkan SNI 2847;2019 pasal 22.5.10.5.3 dan 12.5.3.4

$$\phi V_s = \frac{A_v \times f_{yt} \times d}{s} = 0,75 \times \frac{530,93 \times 280 \times 903,5}{200} =$$

$$503679 \text{ N}$$

Kontrol kapasitas penampang tulangan geser

$$\phi V_n = \phi V_s + \phi V_c = 503679 + 599408 = 1103087 \text{ N atau } 1103,09 \text{ kN}$$

Cek syarat

$$\phi V_n > Vu$$

$$1103087 \text{ N} > 258358,16 \text{ N (OK)}$$

Maka dapat digunakan tulangan geser yaitu **D10-120 mm**

Tabel 11. Tulangan Kolom

LANTAI	LOKASI	Selimut	Dimensi Tulangan Lentur		Jumlah	Diameter	Jarak
			b	h			
1	Ujung dan Tepi	40	700	700	20	29	120
	Tengah	40	900	900	24	32	120

3) Pelat

Dari permodalan struktur pada SAP2000 di dapatkan rekapitulasi gaya dalam untuk balok atap sebagai berikut.

Tabel 12. Gaya dalam pelat

Mu	8344000 N.mm
----	--------------

Pengecekan rasio tulangan yang direncanakan untuk digunakan pada penampang harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan nilai $\beta_1 = 0,85$ (SNI 2847 – 2019 10.2.7.3) sebagai berikut:

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 f'c' \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{420} \left(\frac{600}{600 + 420} \right)$$

$$\rho_{bal} = 0,0303$$

Rasio tulangan yang direncanakan untuk dipasang akan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\rho_r = \frac{A_s}{bd} = \frac{549,5}{1000 \times 73,5} = 0,007$$

Rasio tulangan maksimum yang dizinkan terpasang dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_{bal} = 0,75 \times 0,0303 = 0,0227$$

Luas tulangan maksimum yang terpasang pada balok dibatasi dengan perhitungan sebagai berikut:

$$As_{maks} = \rho_{maks} \times b \times d$$

$$= 0,022 \times 1000 \times 73,5$$

$$= 1673,437 \text{ mm}^2$$

Pengecekan syarat rasio tulangan yang terpasang terhadap batas maksimum sebagai berikut:

$$\rho < \rho_{maks}$$

$$0,007 < 0,022 \text{ (OK! Memenuhi)}$$

$$As < As_{maks} \rightarrow 549,5 < 2968,876 \text{ mm}^2$$

Karena memenuhi batasan rasio luas tulangan, maka tulangan yang digunakan untuk pelat atap arah X dengan menggunakan lentur tekan yakni 4D13-250.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

1. Dari rencana kebutuhan ruang gedung *Student Center* ITK didapatkan luasan kebutuhan lantai dasar sebesar 2640 m² bangunan ini memiliki 7 lantai dengan fungsi pelayanan di lantai 1, fungsi pengembangan diri di lantai 2, fungsi serbaguna di lantai 3 & 4, serta fungsi kegiatan UKM & himpunan berada pada lantai 5, 6, dan 7.
2. Detail ukuran dimensi dari setiap komponen struktur atas dan struktur bawah pada perencanaan *Student Center* ITK antara lain. Dimensi balok terbesar yaitu 40/55 cm pada bentang 10 meter, Dimensi kolom terbesar yaitu 90/90 cm pada kolom tengah, dan tebal pelat lantai yaitu 12 cm..
3. Hasil desain gedung *Student Center* ITK yang telah dilakukan berdasarkan perencanaan dituangkan dalam gambar teknik.

4.2 Saran

1. Diperlukan perencanaan lebih lanjut terkait metode pelaksanaan pekerjaan beton bertulang secara menyeluruh sehingga apabila dilakukan pembangunan gedung dapat digunakan pengaplikasian penggunaan elemen ini.
2. Disarankan untuk dilakukan perbandingan terhadap Rencana Anggaran Biaya (RAB) terhadap terhadap Rencana Anggaran Biaya pengerjaan beton precast sehingga dapat dilihat kelebihan dalam hal biaya/anggaran pada masing-masing metode pelaksanaan beton yang digunakan.

Daftar Pustaka

“Agus Setiawan (2013) Perancangan struktur beton bertulang berdasarkan SNI 2847:2013. Erlangga. Jakarta.”

“Hartono, Barie Danu, dkk (2019), “Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung Sekolah 7 Lantai di Kota Pontianak”, Universitas Tanjungpura, Pontianak.”

“Indra Farni, dkk. (2014) Perencanaan Struktur Beton Bertulang Bangunan Hotel Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen. Politeknik Negeri Padang. Padang.”

“M. Riza Nurmanul Hasan, dkk (2016), “Desain Struktur Gedung Rumah Sakit 9 Lantai Di UGM (Universitas Gadjah Mada) Yogyakarta”, Tugas Akhir, , Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang, Semarang.”

“Sumadi, Dewanto Atmaja Nugraha and , Budi Setiawan, S.T.,M.T. (2018) Perencanaan Struktur Gedung Kampus 6 Lantai (+1 Basement) Di Sukoharjo Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.”

“SNI 1726:2019 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta”

“SNI 2847:2019 “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan”. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.”

“SNI 1727:2020 “Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain”. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta”