

ANALISIS ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG SERBAGUNA POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS (TINJAUAN KOLOM)

Razif Hidayah
Politeknik Negeri Bengkalis
Razifhidayah2002@gmail.com

Abstract

The multi-purpose building helps accommodate a variety of activities. Each activity is closely related, complementary and fulfills existing criteria in a particular context (related to the main function of the building). Along with the development of technology and the latest design standards, it is important to re-analyze the multipurpose building to ensure compliance with the applicable structural requirements. This final project is about superstructure analysis (column review) using SNI 2847:2019 (Structural concrete requirements for buildings), SNI 1726:2019 (Procedures for implementing earthquake resistance for building and non-building structures) and SNI 1727:2020 (Minimum design loads and related criteria for buildings and other structures). Modeling of Bengkalis State Polytechnic Multipurpose Building was analyzed using SAP 2000 and ETABS v.16 Software. Analysis of the reinforcement in the column was analyzed using a Special Moment Resisting Frame System (SRPMK). Based on the calculation results, the column (30 x 30) cm doesn't meet the requirements for SCWB (Strong Column-Weak Beam) checking and it is advisable to add column dimensions so that the SCWB (Strong Column-Weak Beam) requirements can be met.

Keywords : upper structure, Reinforcement, Analysis, SAP 2000, ETABS v.16.

1. PENDAHULUAN

Bangunan gedung kampus Politeknik Negeri Bengkalis memiliki tujuan dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Salah satu tujuannya adalah untuk meningkatkan kualitas infrastruktur, fasilitas serta menciptakan suasana akademik yang kondusif dan bermanfaat bagi masyarakat. Pembangunan gedung serba guna di kampus Politeknik Negeri Bengkalis merupakan salah satu contoh upaya penunjang infrastruktur dan fasilitas pendidikan tersebut. Adanya gedung serbaguna yang memadai sangat berpengaruh terhadap kelancaran jalannya proses pendidikan agar terwujudnya mutu pendidikan yang berkualitas.

Gedung serbaguna membantu mengakomodasi berbagai kegiatan. Setiap kegiatan terkait erat, saling melengkapi dan memenuhi kriteria yang ada dalam konteks tertentu (terkait dengan fungsi utama bangunan). Seiring dengan perkembangan teknologi dan standar desain terkini, penting untuk melakukan analisis ulang terhadap gedung serbaguna tersebut guna memastikan kesesuaian dengan persyaratan struktural yang berlaku.

Dalam analisis struktur gedung, penggunaan perangkat lunak komputer telah menjadi suatu keharusan untuk memperoleh hasil yang akurat dan efisien. Salah satu perangkat lunak yang sering digunakan dalam analisis struktur adalah ETABS (*Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems*), SAP (*structural analysis program*) dan SP Column. ETABS memiliki kemampuan untuk melakukan analisis dinamik, pembebanan gempa, dan pemodelan struktur yang kompleks.

Selain itu, dalam Perencanaan struktur bangunan, perlu mempertimbangkan persyaratan kekuatan dan keamanan struktur serta kebutuhan tulangan yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia terbaru. Standar tersebut merujuk pada SNI 2847:2019 "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung", SNI 1727:2020 (Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain) dan SNI 1726:2019 "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung".

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka memuat penelitian terdahulu dan teori pendukung terkait dengan permasalahan yang dibahas. Sumber pustaka yang digunakan harus dicantumkan pada daftar pustaka. Penulisan acuan menggunakan pola “penulis, tahun” yang mengacu pada karya di daftar pustaka. Dalam teks, karya yang diacu menggunakan ketentuan berikut:

- Kutipan buku dalam bentuk saduran untuk satu sampai dua penulis ditulis nama akhir penulis dan tahun. Contoh: Muhammad Nasir dituliskan (Nasir, 2009), Syamsul Bahri dan Agus Syahputra dituliskan (Bahri dan Syahputra, 2012) dan nomor halaman tidak perlu ditulis dalam penulisan acuan;
- Untuk lebih dari dua penulis, maka penulisan ditambah dengan dkk. Contoh Misbul Hadi, Edy Kuncoro, Bambang Subeno, Syafruddin Ahmad, dituliskan (Hadi dkk., 2000);
- Untuk kutipan lebih dari dua sumber yang diacu secara bersamaan. Contoh Misbul Hadi dan Bambang Subeno dituliskan (Hadi, 2010; Subeno, 2011), dua tulisan atau lebih oleh satu penulis (Kuncoro, 2011; Kuncoro, 2013);
- Apabila daftar acuan lebih dari satu tulisan oleh pengarang yang sama dalam tahun penerbitan yang sama, gunakan akhiran a, b, dan seterusnya setelah tahun acuan; Contoh: (Kuncoro, 1992a; Kuncoro, 1992b);
- Kutipan yang berasal dari internet dituliskan dengan menyebutkan nama dan tahun. Jika tidak ada namanya, ditulis alamat websitenya.

3. METODE PENELITIAN

Tahap awal untuk Semua data yang berkaitan dengan analisis struktur nantinya di ambil langsung dari lapangan (Gedung Serbaguna POLBENG Data yang diambil yaitu dimensi bangunan serta spesifikasi material struktur bangunan objek penelitian yang didapatkan langsung dari survey dilapangan. Untuk pengukuran dimensi bangunan menggunakan materan dan untuk mengetahui mutu beton dengan *hammer test*.

Tahap berikutnya memodelkan struktur bangunan Gedung Serbaguna POLBENG dengan *software AUTOCAD* dan dinalisis dengan *software ETABS V.16*. Analisis Pembebanan yang dilakukan berupa beban mati, beban hidup, dan beban gempa. analisis struktur untuk mendapatkan respon dari setiap elemen struktur yang terjadi terhadap beban. Analisis struktur terdiri atas analisis akibat gaya gempa, analisis gaya dalam dan perhitungan kebutuhan tulangan sesuai dengan SNI.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Tulangan Kolom

1. Properti Material dan penampang

Parameter	Persamaan	Satuan	Nilai
Tinggi Kolom, L	Input	mm	4000
Sisi Pendek Kolom, b	Input	mm	400
Sisi Panjang Kolom, h	Input	mm	400
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b	Input	mm	19
Diameter Tulangan Sengkang, d_s	Input	mm	13

Selimut Bersih, c_c	Input	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'	Input	MPa	33.9
Kuat Leleh Tul. Utama, f_y	Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. sengkang, f_{yv}	Input	MPa	280
Tinggi Balok, h_b	Input	mm	500
L_n	L - h_b	mm	3500
d	b-Cc	mm	360
d'		mm	40
A_g	b x h	mm ²	160000

$$\begin{aligned}
 \text{a. } y &= \frac{1}{2}h = \frac{1}{2}400 = 200 \text{ mm} \\
 \text{b. } \rho_{\max} &= 6\% \times A_g = 6\% \times 160.000 = 12800 \text{ mm}^2 \\
 \text{c. } \rho_{\min} &= 1\% \times A_g = 1\% \times 160.000 = 1600 \text{ mm}^2 \\
 \text{d. } A_{s1} \text{ tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 19^2 = 283,385 \text{ mm}^2 \\
 \text{e. } n (\theta u)_{\min} &= \frac{\rho_{\min}}{A_{s1} \text{ Tulangan}} = \frac{1600}{283,385} = 5,646 \\
 &= 8 \text{ Tulangan} \\
 \text{f. } A_s \text{ aktual} &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 19^2 \\
 &= 2267,1 \text{ mm}^2 \\
 \text{g. } A_s = A_s' &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 5,646 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 19^2 \\
 &= 1600 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

2. Syarat dan Geometri

$$\begin{aligned}
 \text{a. } \text{Syarat Gaya Aksial} &= P_u > 0,1 \times A_g \times f'_c \\
 &= 2012,0169 \times 10^3 > 0,1 \times 160000 \times 33,9 \\
 &= 2012016,9 > 542.400 \text{OK} \\
 \text{b. } \text{Syarat Sisi Terpendek} &= b \geq 300 \text{ mm} \\
 &= 400 \geq 300 \text{ mm.....OK} \\
 \text{c. } \text{Syarat Rasio Dimensi Penampang} &= \frac{b}{h} \geq 0,4 \\
 &= \frac{400}{400} \geq 0,4 \\
 &= 1 \geq 0,4 \text{OK}
 \end{aligned}$$

3. Kapasitas aksial maksimum (Po) dari kolom (Mn=0)

$$\begin{aligned}
 \text{a. } P_o &= 0,85 \times f'_c \times (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\
 &= 0,85 \times 33,9 \times (160000 - 2267,1) + 2267,1 \times 420 \\
 &= 5497247,69 \text{ N} \\
 &= \frac{5497247,69}{1000} = 5497,247 \text{ kN} \\
 \text{b. } \phi P_n &= 0,65 \times P_o = 0,65 \times 5497,247 \\
 &= 3573,21 \text{ kN} \\
 \text{c. } P_n \text{ max} &= 0,8 \times P_o = 0,8 \times 5497,247 \\
 &= 4397,798 \text{ kN} \\
 \text{d. } e_{\min} &= 0,1 \times h = 0,1 \times 400 \\
 &= 40 \text{ mm} \\
 \text{e. } \phi P_n \text{ max} &= 0,65 \times P_n \text{ max} = 0,65 \times 4397,798 \\
 &= 2858,568 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

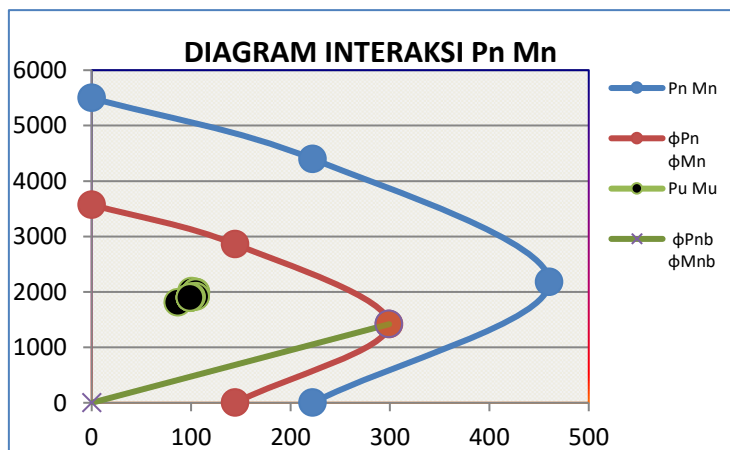
4. Kapasitas penampang dalam kondisi berimbang (blance)

$$\begin{aligned}
 \text{a. } C_b &= \frac{600 \times d}{(600 + f_y)} = \frac{600 \times 360}{(600 + 420)} \\
 &= 211,764 \\
 \text{b. } a_b &= 0,85 \times C_b = 0,85 \times 211,764 \\
 &= 180 \\
 \text{c. } f'_s &= E_s \times \epsilon'_s = 600 \times \left(\frac{C_b - d'}{C_b} \right) = 600 \times \left(\frac{211,764 - 40}{211,764} \right) \\
 &= 486,667 \text{ Mpa} \\
 \text{d. } f_s &= E_s \times \epsilon'_s = 600 \times \left(\frac{d - C_b}{C_b} \right) = 600 \times \left(\frac{360 - 211,764}{211,764} \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 420 \text{ Mpa} \\
 \text{e. } P_{nb} &= 0,85 \times f'_c \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - A_s \times F_y \\
 &= 0,85 \times 33,9 \times 180 \times 400 \times (1600 \times 486,667) - 850,16 \times 420 \\
 &= \frac{21813466}{1000} \\
 &= 2181,3466 \text{ kN} \\
 \text{f. } M_{nb} &= 0,85 \times f'_c \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s \times F_s' \times (y - d') + A_s \times f_s \times (d - y) \\
 &= 0,85 \times 33,9 \times 180 \times 400 \times (200 - (\frac{180}{2})) + 1600 \times 486,667 \times (200 - 40) + 1600 \times 420 (360 - 200) \\
 &= 460321466,7 \text{ Nmm} \\
 &= \frac{460321466,7}{1000000} = 460,321 \text{ kN.m} \\
 \text{g. } e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{2181,3466}{460,321} = 0,211 \text{ m}
 \end{aligned}$$

5. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

- $$\begin{aligned}
 M_n &= A_s \times f_y \times \left(\frac{d - 0,59 \times A_s \times f_y}{f'_c \times b} \right) \\
 &= 850,16 \times 420 \times \left(\frac{360 - 0,59 \times 1600 \times 420}{33,9 \times 400} \right) \\
 &= 222271433,6 \text{ Nmm} \\
 &= \frac{222271433,6}{1000000} = 222,271 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 \phi M_n &= 0,65 \times M_n = 0,65 \times 222,271 \\
 &= 144,476 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$



Dapat dilihat pada Gambar 4.10 bahwa pada struktur kolom kuat memikul beban yang bekerja karena gaya momen dan tekan aksial tidak melewati garis momenaksial rencana. Dari hasil analisis, disimpulkan bahwa elemen kolom pada struktur dengan kondisi beban ultimate sebagian besar dinyatakan aman atau kuat memikul momen yang bekerja pada struktur.

- Pengecekan terhadap gaya dalam aksial-lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Cloimn, CSI Column, dll)
 - Jumlah Tulangan, $n = 8$
 - Luas Tulangan Longitudinal, $A_s = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$

$$= 8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 19^2$$

- $$= 2267,1 \text{ mm}^2$$
3. Rasio Tulangan $\rho = \frac{A_s}{b \times h} = \frac{2267,1}{400 \times 400} \times 100$
 $= 0,0142 \times 100 = 1,42 \%$
4. Cek ρ_{min} dan $\rho_{max} = 1\% \leq \rho \leq 6\%$
 $= 1\% < 1,42\% < 6\% \dots \dots \dots \text{OK}$
7. Pengecekan Strong Kolom – Weak Beam (SCWB)
1. Momen Nominal Kolom, $M_{nc} = 241,8 \text{ kN.m}$
 2. M_n - Tumpuan Balok = 199,642 kN.m
 3. $M_n + \text{Tumpuan Balok} = 199,642 \text{ kN.m}$
 4. Cek SCWB = $2 \times M_{nc} \geq 1,2 \times (M_n + M_n)$
 $= 2 \times 241,8 \geq 1,2 \times (199,642 + 199,642)$
 $= 482 \text{ kN.m} \geq 479,1408 \text{ kN.m} \dots \dots \text{OK}$
- Maka digunakan tulangan longitudinal 8 D19

B. Desain Transversal

1. Panjang Zona Sendi Transversal
 - a. $Lo1 = h = 400 \text{ mm}$
 - b. $Lo2 = \frac{L_n}{6} = \frac{3500}{6} = 583,3$
 - c. $Lo3 = 450 \text{ mm} = 450 \text{ mm}$
 - d. $Lo = \text{MAX}(Lo1 ; Lo2; Lo3) = \text{MAX}(400; 583 ; 450)$
2. Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis/ Tumpuan
 - a. Jumlah Kaki Sisi Pendek, $n1 = 2$
 - b. Jumlah Kaki Sisi Pendek, $n2 = 2$
 - c. Spasi, $s = 100 \text{ mm}$
 - d. Spasi Kaki Terbesar, $x_i \text{ max} = 150 \text{ mm}$
 - e. $A_{sh} = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d_s^2 = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2$
 $= 265,465 \text{ mm}^2$
 - f. $A_{sh 2} = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d_s^2 = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2$
 $= 265,465 \text{ mm}^2$
 - g. $\frac{A_{sh 1}}{s} = \frac{265,465}{100} = 2,655$
 - h. $\frac{A_{sh 2}}{s} = \frac{265,465}{100} = 2,655$
3. Confinement / Kekangan Zona Sendi Plastis
 - a. Lebar Penampang Inti Beton,
 $bc = b - 2cc = 400 - 2 \times 40 = 320 \text{ mm}$
 - b. Panjang Penampang Inti Beton,
 $hc = h - 2cc = 400 - 2 \times 40 = 320 \text{ mm}$
 - c. Luas Penampang Kolom,
 $A_g = b \times h = 400 \times 400 = 160.000 \text{ mm}^2$
 - d. Luas Penampang Inti Beton,
 $A_{ch} = bc \times hc = 320 \times 320$
 $= 102400 \text{ mm}^2$
 - a. Sisi Pendek/ Sumbu Lemah
 - a. $A_{sh/s \text{ min}, 1} = 0,3 \times \left(\frac{bc \times f_{rc}}{f_y} \right) \times \left(\frac{A_g}{A_{ch}-1} \right)$
 $= 0,3 \times \left(\frac{320 \times 33,9}{280} \right) \times \left(\frac{160000}{102400-1} \right)$

- $$= 6,538 \text{ mm}^2$$
- b. Ash/ s min, 2 $= 0,09 \times bc \times \frac{f'c}{f_y} = 0,09 \times 320 \times \frac{33,9}{280}$
 $= 3,487 \text{ mm}^2$
- c. Cek Ash/ s 1 $= \frac{A_{sh}}{s_1} \geq \frac{A_{sh}}{s_{min}} = 6,538 \text{ mm}^2 \geq 3,487 \text{ mm}^2 \dots\dots\text{OK}$
- b. Sisi Panjang/ Sumbu Kuat
- a. Ash/s min, 1 $= 0,3 \times \left(\frac{h_c \times f'c}{f_y} \right) \times \left(\frac{A_g}{A_{ch}-1} \right)$
 $= 0,3 \times \left(\frac{320 \times 33,9}{280} \right) \times \left(\frac{160000}{102400-1} \right)$
 $= 6,538 \text{ mm}^2$
- b. Ash/ s min, 2 $= 0,09 \times hc \times \frac{f'c}{f_y} = 0,09 \times 320 \times \frac{33,9}{280}$
 $= 3,487 \text{ mm}^2$
- c. Cek Ash/ s 2 $= \frac{A_{sh}}{s_2} \geq \frac{A_{sh}}{s_{min}} = 6,538 \text{ mm}^2 \geq 3,487 \text{ mm}^2 \dots\dots\text{OK}$
- c. Cek Spasi
- a. S max, 1 $= \frac{b}{4} = \frac{400}{4}$
 $= 100 \text{ mm}$
- b. S max, 2 smax, 2 $= 6 \times db = 6 \times 19 = 114 \text{ mm}$
- c. hx $= x_i \text{ max} = 120 \text{ mm}$
- d. smax, 3 = so $= 100 \leq 100 + \left(\frac{350-hx}{3} \right) \leq 150$
 $= 100 \leq 100 + \left(\frac{350-120}{3} \right) \leq 150$
 $= 100 \leq 100 + \left(\frac{350-120}{3} \right) \leq 150$
 $= 100 \leq 176,66 \leq 150$
 $= 176,66 \text{ mm}$
- e. smax $= \text{Min} (s_{max} 1, s_{max} 2, s_{max} 3)$
 $= \text{Min} (100 \text{ mm}, 114 \text{ mm}, 176,66 \text{ mm})$
 $= 100 \text{ mm}$
- f. Cek Spasi $= \text{spasi}, s \leq S_{max}$
 $= 100 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \dots\dots\dots\text{OK}$
- d. Kuat Geser Zona Sendi Plastis
- i. Gaya Geser Desain (Perlu input dari PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll. dengan $f_{pr} = 1.25 f_y$)
- a. Mpr, Kolom $= 246,431 \text{ kN.m}$
- b. Vu1 $= 2 \times \frac{M_{pr} \text{ kolom}}{L_n} = 2 \times \frac{246,431 \times 10^6}{3500}$
 $= 140818 \text{ N}$
- ii. Gaya Geser Hasil Analisis Struktur
- a. Vu 2, Sumbu Lemah $= 24,173 \times 10^3 = 24173 \text{ N}$
- b. Vu 3, Sumbu Kuat $= 78,995 \times 10^3 = 78995 \text{ N}$
- iii. Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah
- a. Vu1 $= \text{Max} (Vu_2, Vu_3) = \text{Max}(24173, 78995) = 78995 \text{ N}$
- b. $\phi = 0,75$
- c. Vc $= 0.17 \times \left(1 + \frac{N_u}{14 \times A_g} \right) \times \sqrt{f'c} \times h \times d$
 $= 0.17 \times \left(1 + \frac{0.0298 \times 10^6}{14 \times 160.00} \right) \times \sqrt{33.9} \times 400 \times \left(400 - 40 - 13 - \frac{19}{2} \right)$
 $= 133625 \text{ N}$
- d. Vs Perlu $= \frac{v_u}{\phi} - V_c = \frac{78995}{75} - 133625$

$$\begin{aligned}
 &= 54132 \text{ N} \\
 \text{e. As/s Perlu} &= \frac{V_s}{f_y \times d} = \frac{133625}{(400 \times (400 - 40 - 13 - (\frac{19}{2})))} \\
 &= 0,5728 \\
 \text{f. As/s Min 1} &= 0,062 \times \sqrt{f_c'} \times \frac{h}{f_y} = 0,062 \times \sqrt{33,9} \times \frac{400}{280} \\
 &= 0,5157 \\
 \text{g. As/s Min 2} &= 0,35 \times \frac{b}{f_y} = 0,35 \times \frac{400}{280} = 0,5 \\
 \text{h. Cek As/s} &= A_{sh} / s \geq \text{Max (As/s Perlu, As/s Min)} \\
 &= 2,655 \geq \text{Max (0,5728, 0,5157, 0,5)} \\
 &= 2,655 \geq 0,5728 \text{OK}
 \end{aligned}$$

iv. Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat

$$\begin{aligned}
 \text{a. Vu1} &= \text{Max (Vu1 , Vu2)} = \text{Max}(140818, 78995) \\
 &= 140818 \text{ N} \\
 \text{b. } \phi &= 0,75 \\
 \text{c. Vc} &= 0,17 \times (1 + \frac{N_u}{14 \times A_g}) \times \sqrt{f_c'} \times h \times d \\
 &= 0,17 \times (1 + \frac{0,0298 \times 10^3}{14 \times 160,00}) \times \sqrt{33,9} \times 400 \times (400 - 40 - 13 - \frac{19}{2}) \\
 &= 133625 \text{ N} \\
 \text{d. Vs Perlu} &= \frac{v_u}{\phi} - V_c = \frac{78995}{0,75} - 133625 \\
 &= 54132 \text{ N} \\
 \text{e. As/s Perlu} &= \frac{V_s}{f_y \times d} = \frac{133625}{(400 \times (400 - 40 - 13 - (\frac{19}{2})))} \\
 &= 0,5728 \\
 \text{f. As/s Min 1} &= 0,062 \times \sqrt{f_c'} \times \frac{h}{f_y} = 0,062 \times \sqrt{33,9} \times \frac{400}{280} \\
 &= 0,5157 \\
 \text{g. As/s Min 2} &= 0,35 \times \frac{b}{f_y} = 0,35 \times \frac{400}{280} = 0,5 \\
 \text{h. Cek As/s} &= A_{sh} / s \geq \text{Max (As/s Perlu, As/s Min)} \\
 &= 2,655 \geq \text{Max (0,5728, 0,5157, 0,5)} \\
 &= 2,655 \geq 0,5728 \text{OK}
 \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan Sengkang 2 Ø13 – 100 mm untuk daerah tumpuan.

e. Tulangan Transversal Luar Zona Sendi Plastis/Tumpuan

$$\begin{aligned}
 \text{a. Jumlah Kaki Sisi Pendek, } n_1 &= 2 \\
 \text{b. Jumlah Kaki Sisi Panjang, } n_2 &= 2 \\
 \text{c. Spasi, } s &= 110 \text{ mm} \\
 \text{d. Av Sumbu Lemah} &= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \\
 &= 265,465 \text{ mm}^2 \\
 \text{e. Av Sumbu Kuat} &= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \\
 &= 265,465 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

f. Confinement/ Kekangan Luar Zona Sendi Plastis

$$\begin{aligned}
 \text{a. Spasi max 1} &= 6 d_b = 6 \times 19 \\
 &= 114 \text{ mm} \\
 \text{b. Spasi max 2} &= 150 \text{ mm} \\
 \text{c. Cek Spasi} &= \text{Spasi} \leq \text{Spasi Max} \\
 &= 100 \leq \text{Min}(114, 150) = 100 \text{ mm} \leq 114 \text{ mm.... OK}
 \end{aligned}$$

g. Kuat Geser Luar Zona Sendi Plastis

i. Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah

$$\begin{aligned}
 \text{a. } V_u1 &= 24173 \text{ N} \\
 \text{b. } \phi &= 0,75 \\
 \text{c. } V_c &= 0.17 \times \left(1 + \frac{N_u}{14 \times A_g}\right) \times \sqrt{f_c'} \times h \times d \\
 &= 0.17 \times \left(1 + \frac{0.0298 \times 10^3}{14 \times 160.00}\right) \times \sqrt{33.9} \times 400 \times \left(400 - 40 - 13 - \frac{19}{2}\right) \\
 &= 133625 \text{ N} \\
 \text{d. } V_s \text{ Perlu} &= \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{24173}{0,75} - 133625 \\
 &= 0 \\
 \text{e. } A_s/s \text{ Perlu} &= \frac{V_s}{f_y \times d} = \frac{0}{(400 \times (400 - 40 - 13 - (\frac{19}{2})))} \\
 &= 0 \\
 \text{f. } A_s/s \text{ Min 1} &= 0.062 \times \sqrt{f_c'} \times \frac{h}{f_y} = 0.062 \times \sqrt{33,9} \times \frac{400}{280}, 0 \\
 &= 0 \\
 \text{g. } A_s/s \text{ Min 2} &= 0,35 \times \frac{b}{f_y} = 0,35 \times \frac{400}{280}, 0 = 0 \\
 \text{h. } \text{Cek } A_s/s &= A_v \geq \text{Max} (A_s/s \text{ Perlu}, A_s/s \text{ Min}) \\
 &= 1 \geq \text{Max} (0, 0, 0) \\
 &= 1 \geq 0 \text{OK}
 \end{aligned}$$

ii. Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat

$$\begin{aligned}
 \text{a. } V_u1 &= 78995 \text{ N} \\
 \text{b. } \phi &= 0,75 \\
 \text{c. } V_c &= 0.17 \times \left(1 + \frac{N_u}{14 \times A_g}\right) \times \sqrt{f_c'} \times h \times d \\
 &= 0.17 \times \left(1 + \frac{0.0298 \times 10^3}{14 \times 160.00}\right) \times \sqrt{33.9} \times 400 \times \left(400 - 40 - 13 - \frac{19}{2}\right) \\
 &= 133625 \text{ N} \\
 \text{d. } V_s \text{ Perlu} &= \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{78995}{0,75} - 133625 \\
 &= 0 \\
 \text{e. } A_s/s \text{ Perlu} &= \frac{V_s}{f_y \times d} = \frac{133625}{(400 \times (400 - 40 - 13 - (\frac{19}{2})))}, 0 \\
 &= 0,5728 \\
 \text{f. } A_s/s \text{ Min 1} &= 0.062 \times \sqrt{f_c'} \times \frac{h}{f_y} = 0.062 \times \sqrt{33,9} \times \frac{400}{280} \\
 &= 0, \\
 \text{g. } A_s/s \text{ Min 2} &= 0,35 \times \frac{b}{f_y} = 0,35 \times \frac{400}{280}, 0 = 0 \\
 \text{h. } \text{Cek } A_s/s &= A_v \geq \text{Max} (A_s/s \text{ Perlu}, A_s/s \text{ Min}) \\
 &= 1 \geq \text{Max} (0, 0, 0) \\
 &= 1 \geq 0 \text{OK}
 \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan Sengkang 2 Ø 13 – 110 mm untuk daerah lapangan.

Tabel 1. 1 Hasil perhitungan kebutuhan kolom

Jenis Kolom	Daerah	Tulangan	Tulangan
		Transversal (mm)	Longitudinal (mm)

40 x 40	Tumpuan	2 Ø13-100	8 D19
	Lapangan	2 Ø13-100	8 D19
30 x 30	Tumpuan	2 Ø13-75	12 D22
	Lapangan	2 Ø13-100	12 D22
20 x 40	Tumpuan	2 Ø13-100	12 D19
	Lapangan	2 Ø13-100	12 D19
35 x 35	Tumpuan	2 Ø13-80	12 D22
	Lapangan	2 Ø13-120	12 D22

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisis struktur kolom Gedung Serbaguna Politeknik Negeri Bengkalis terdapat beberapa poin yang dapat ditarik sebagai kesimpulan berdasarkan pembahasan maupun hasil Analisa diantaranya yaitu:

1. Pada analisis struktur gedung Serbaguna Politeknik negeri bengkalis ini menggunakan beban gempa metode Respon Spektrum dengan kondisi tanah Lunak, dan Faktor Skala Gempa 1,532.
2. Berdasarkan hasil perhitungan KDS ini maka dapat disimpulkan bahwa perencanaan tulangan kolom menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.
3. Detail tulangan Struktur Kolom :
 - a. Kolom K1 menggunakan tulangan utama 8D19 dengan tulangan Sengkang 2 kaki $\phi 13 - 100$ mm pada bagian tumpuan, sedangkan pada bagian lapangan menggunakan tulangan utama 8D19 dengan tulangan Sengkang 2 kaki $\phi 13 - 100$ mm.
 - b. Kolom K2 menggunakan tulangan utama 12D22 dengan tulangan Sengkang 2 kaki $\phi 13 - 75$ mm pada bagian tumpuan, sedangkan pada bagian lapangan menggunakan tulangan utama 12D22 dengan tulangan Sengkang 2 kaki $\phi 13 - 100$ mm.
 - c. Kolom K3 menggunakan tulangan utama 12D19 dengan tulangan Sengkang 2 kaki $\phi 13 - 100$ mm pada bagian tumpuan, sedangkan pada bagian lapangan menggunakan tulangan utama 12D19 dengan tulangan Sengkang 2 kaki $\phi 13 - 100$ mm.
 - d. Kolom K4 menggunakan tulangan utama 12D 22 dengan tulangan Sengkang 2 kaki $\phi 13 - 80$ mm pada bagian tumpuan, sedangkan pada bagian lapangan menggunakan tulangan utama 12D22 dengan tulangan Sengkang 2 kaki $\phi 13 - 120$ mm.
4. Elemen hubungan balok B2 dan kolom K2 (joint) tidak memenuhi persyaratan kekuatan lentur minimum pada kondisi tekan dan tarik maksimum (Strong Column-Weak Beam) karena tidak terdapat joint dengan penampang kolom yang memenuhi $\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb}$ pada semua arah dan kondisi. Dimensi kolom dinilai sudah memenuhi persyaratan SRPMK pada semua arah dan kondisi, sehingga sebaiknya kekuatan dan kekakuan lateral kolom yang merangka ke dalam joint tersebut harus diabaikan saat menghitung kekuatan dan kekakuan struktur.

6. DAFTAR PUSTAKA

Agung Kurniawan Muhammad. (2022), *Evaluasi Kekuatan Struktur Dan Rekomendasi Perkuatan Gedung SDN 08 Campago Ipuh Bukittinggi*.

Bachtiar Muhammad Arief (2020), *Studi Evaluasi Struktur Dengan Penambahan Lantai Atas Pada Gedung Perkuliahan Di Iain Jember Berdasar Faktor Keamanan Pondasi Lama*. <http://repository.unmuhjember.ac.id/3764>

Badan Standar Nasional. (2019), *Tata cara pelaksanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726:2019)*.

Badan Standar Nasional. (2019), *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan, (SNI 2847:2019)*.

Badan Standar Nasional. (2020), *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain, (SNI 1727:2020)*.

Cipta Karya. (2021). *Desain Spektra Indonesia*, Diakses dari <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2022/>.

Hendri Miftahul Fallah Anatama (2021), *Analisis Kelayakan Struktur Gedung Blok B Rumah Sakit Umum Bunda Bmc Padang*.

Maulana Azam. (2022), *Evaluasi Kelayakan Dan Kekuatan Struktur Gedung Pt. Inhil Sarimas Kelapa, Riau*

Wahyu Aulia Muhammad. (2022), *Evaluasi Kelayakan Struktur. Gedung Mangkrak Jurusan Teknik Industri Universitas Andalas*.

Nofrika Indah Aknes (2022), *Analisis Struktur Gedung Bertingkat Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Respons Spektrum Berdasarkan Sni 1726:2019*.

Sipayung Seno Willy Dharma (2021), *Evaluasi Kelayakan Dan Rekomendasi Perkuatan (Retrofit) Gedung Mangkrak Dekanat Fakultas Keperawatan Universitas Andalas*.

Widiasanti Irika, Musalamah Sittati (2010), *Perbandingan Berat Kuda-Kuda Baja Atap Limas Menggunakan Aplikasi Sap 2000 – 2 Dimensi Dengan 3 Dimensi*