



Desain Dan Analisa Struktur Kolom Beton Bertulang Gedung Bertingkat Berdasarkan SNI 2847-2019

Kezia M. Tampanguma^{#a}, Reky S. Windah^{#b}, Mielke R. I. A. J. Mondoringin^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia.
^atkezia6@gmail.com; ^brekywindah@unsrat.ac.id; ^cmielke.mondoringin@unsrat.ac.id

Abstrak

Desain dan analisa struktur beton bertulang pada gedung bertingkat khususnya elemen kolom harus memenuhi persyaratan dasar yaitu kuat rencana harus lebih daru kuat perlu. Kolom harus didesain untuk dapat memikul gaya aksial, torsi serta momen lentur yang berkerja secara bersamaan. Struktur yang direncanakan adalah struktur gedung 8 lantai dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan struktur kolom bangunan bertingkat berdasarkan SNI 2847-2019 dengan konstruksi beton bertulang yang terdiri dari 8 lantai dan Panjang bangunan = 24 m, lebar = 18 m serta tinggi = 27,2 m. letak bangunan berada di Kota Manado, Sulawesi Utara dengan diketahui nilai $S_{DS} = 0,74$ dan $S_{D1} = 0,70$. Menggunakan klasifikasi jenis tanah lempung yang termasuk kelas situs SE. perencanaan struktur kolom menggunakan mutu beton (f_c) = 41,50 MPa, (f_y) = 420 MPa dan (f_{yt}) = 400 MPa. Dimensi kolom untuk K1 yaitu 800 mm x 800 mm dan K2 yaitu 600 mm x 600 mm. Perencanaan struktur kolom untuk bangunan gedung mengacu pada SNI 2847:2019 serta perhitungan beban yang mengacu pada SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019 serta pemodelan dan analisis struktur kolom menggunakan bantuan software SAP 2000. Berdasarkan analisis dan desain yang dilakukan, struktur kolom telah memenuhi persyaratan keamanan yang sesuai dengan SNI yang berlaku dimana elemen struktur kolom mampu menahan gaya momen, gaya aksial dan gaya geser yang bekerja pada penampang dan telah memenuhi SRPMK.

Kata kunci: desain, analisa, struktur, kolom, SRPMK, SAP2000

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, kemajuan di bidang teknologi juga semakin meningkat, tidak terkecuali di bidang konstruksi bangunan. Perkembangan yang ada menuntut manusia untuk mengerjakan suatu bangunan dengan cepat dan praktis sesuai dengan ketentuan dan standar yang berlaku. Gedung bertingkat tinggi merupakan salah satu contoh perkembangan pembangunan, dimana membutuhkan konstruksi yang kuat dan tahan lama serta bisa dekerjakan dengan waktu yang cepat. Gedung bertingkat sendiri sangatlah beresiko terhadap bencana alam terutama gempa bumi, sehingga diperlukan perencanaan detail struktur sehingga bangunan mampu menahan beban yang bekerja tanpa mengalami deformasi maupun tegangan berlebih. Bangunan bertingkat memiliki elemen-elemen penting penyusunnya, diantaranya adalah kolom.

Pada suatu konstruksi, kolom berfungsi untuk mendukung beban-beban dari balok dan plat berupa beban aksial tekan serta momen lentur kemudian diteruskan ke tahanan dasar melalui fondasi (Asroni, 2010). Perencanaan elemen struktur terutama kolom harus kuat dan tahan terhadap gempa sesuai filosofi '*strong column weak beam*', dimana kolom dituntut mampu menahan beban-beban dari balok, pelat serta kolom itu sendiri. Kolom suatu bangunan beton bertulang harus direncanakan mampu menahan gaya aksial, momen lentur dan torsi secara bersamaan akibat

dari beban lateral seperti beban angin maupun beban gempa atau dapat pula diakibatkan oleh beban lantai yang tak seimbang, sehingga kolom harus kuat menahan gaya internal yang timbul sebagai respon struktur terhadap beban eksternal.

Pada penelitian ini, dilakukan pemodelan struktur kolom bangunan gedung yang terdiri dari 8 lantai menggunakan beton bertulang dengan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) dengan menggunakan bantuan program SAP 2000. Struktur bangunan didesain berdasarkan SNI terbaru, yaitu : SNI 2847-2019 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung dan SNI 1726-2019 tentang standar perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana mendesain struktur gedung tahan gempa menggunakan program SAP 2000?
2. Bagaimana gaya-gaya yang terjadi pada struktur kolom bangunan?
3. Bagaimana membuat diagram interaksi kolom?

1.3. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisa struktur menggunakan program SAP 2000.
2. Analisa diagram interaksi kolom menggunakan program spColumn.
3. Analisa struktur hanya dilakukan pada struktur kolom.
4. Beban yang dianalisa adalah beban mati, beban hidup dan beban gempa.
5. Tidak menambahkan struktur pondasi.
6. Menggunakan kelas tanah E (tanah lempung).
7. Tidak memperhitungkan beban tangga.
8. Kolom yang ditinjau adalah kolom bagian tengah dengan gaya yang paling besar.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendesain dan menganalisa Gedung bertingkat delapan tahan gempa dengan menggunakan aplikasi SAP 2000 dan spColumn serta membuat diagram interaksi kolom yang kemudian divariasikan $f'c$ dan f_y .

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu pedoman, khususnya dibidang Teknik Sipil dalam merencanakan struktur kolom gedung bertingkat tahan gempa sesuai dengan SNI yang berlaku.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Model Struktur

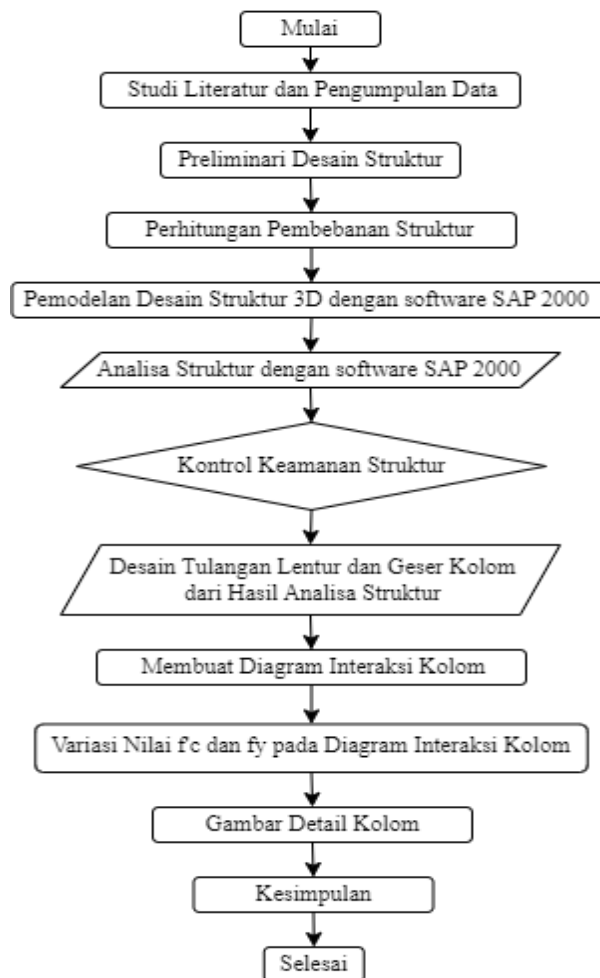
Desain model 3D gedung yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Pemodelan 3D Bangunan pada SAP2000

2.2 Diagram Alir Penelitian

Tahapan-tahapan pada penelitian ini secara skematis digambarkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Perencanaan

1. Data Bangunan

Struktur Bangunan	: Beton Bertulang
Jumlah Lantai	: 8 lantai
Tinggi antar Lantai	: 3,4 m
Tinggi Bangunan	: $3,4 \times 8 = 27,2$ m
Kategori Bangunan	: Apartemen
Panjang Bangunan	: $8 \times 3 = 24$ m
Lebar Bangunan	: $6 \times 3 = 18$ m
2. Data Material

Mutu Bahan	: Beton
Mutu Beton	: 41,50 MPa
f_y	: 400
Berat Jenis	: 24 kN/m ³
Modulus Elastisitas	: $4700 \times \sqrt{f'_c} = 27081,137$ N/mm ²
Baja Tulangan	: BJTS 420
Berat Jenis	: 78,5 kN/m ³
Elastisitas	: 200.000 MPa
Momen Inersia	: 0,7 I_g
3. Data Respons Spektrum Rencana

W. Gempa	: zona gempa 5
Kelas Situs	: E (tanah lunak)
TI	: 16 detik
I	: 1
R	: 8
Ω	: 3
C_d	: 5,5
g	: 9,81 m/s ²
Scale Factor	: 1,226
4. Parameter Gempa Spektrum Desain

P_{GA} (g)	: 0,4622
S_s (g)	: 1,0329
S_1 (g)	: 0,4592
F_A	: 1,0737 (SAP 2000)
F_V	: 2,2816 (SAP 2000)
S_{MS} (g)	: 1,10902473 (SAP 2000)
S_{M1} (g)	: 1,04771072 (SAP 2000)
S_{DS} (g)	: 0,74 (0,7393 SAP 2000)
S_{D1} (g)	: 0,70 (0,6985 SAP 2000)
T_0 (detik)	: 0,19
T_s (detik)	: 0,95
5. Pembebanan

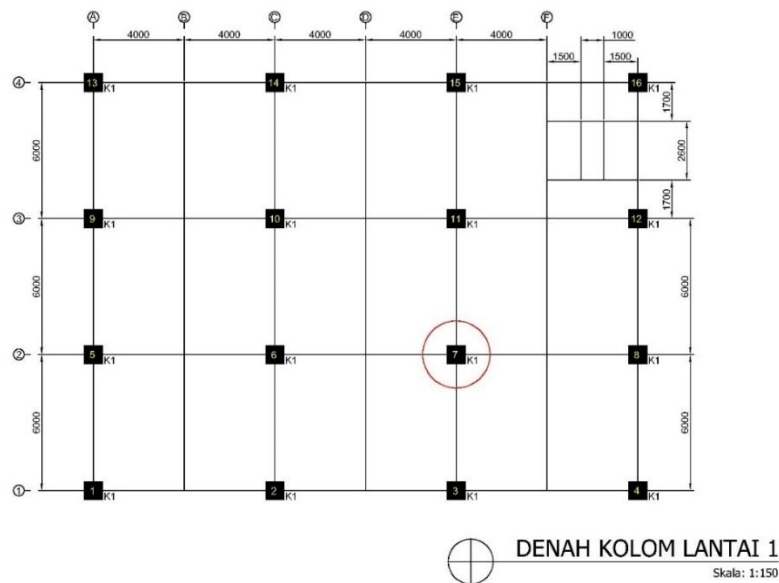
- Beban Mati	
Beton Bertulang	: 2400 kg/m ³
Tegel/Ubun	: 24 kg/m ²
Spesi	: 21 kg/m ²
Plafond	: 7 kg/m ²
Penggantung Plafond	: 7 kg/m ²
Ducting and Plumbing	: 30 kg/m ²
- Beban Hidup	
Lantai Apartemen	: 192 kg/m ³
Beban Hujan	: 20 kg/m ²
Beban Atap	: 96 kg/m ²
- Beban Gempa	

Disesuaikan dengan SNI 1726-2019.

Tabel 1. Berat Bangunan Hasil Perhitungan Manual

Lantai	Berat (kg)		
	Beban Mati	Beban Hidup	Total
1	497350,8	82944	580294,8
2	497350,8	73728	571078,8
3	497350,8	73728	571078,8
4	497350,8	73728	571078,8
5	495133,2	73728	568861,2
6	495133,2	73728	568861,2
7	495133,2	73728	568861,2
Atap	778741,2	115200	893941,2
Jumlah			4894056

3.2 Perencanaan Struktur Kolom



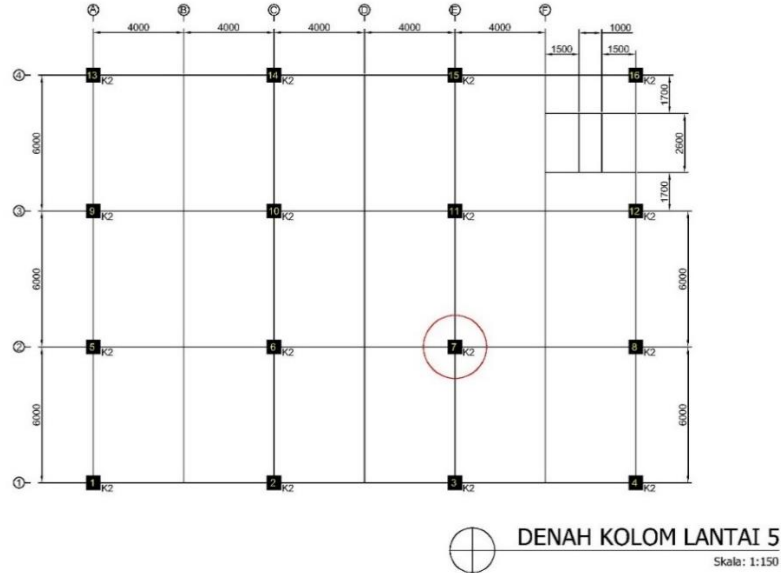
Gambar 3. Denah Kolom K1 Lantai 1 yang Ditinjau

Tabel 2. Data Pu dan Mu Kolom Lantai 1

Kode Kolom	Dimensi	Pu (kN)	Mu (kN.m)
1	80 x 80	5087,83	1408,10
2	80 x 80	8322,05	1583,19
3	80 x 80	8352,65	459,76
4	80 x 80	5103,68	1399,00
5	80 x 80	5990,00	1482,70
6	80 x 80	9790,90	629,90
7	80 x 80	9919,02	1721,74
8	80 x 80	5964,50	1479,60
9	80 x 80	6005,73	1480,50
10	80 x 80	9766,10	1670,50
11	80 x 80	9658,20	1678,40
12	80 x 80	5367,80	1572,46
13	80 x 80	5092,50	1404,70
14	80 x 80	8289,20	1583,60
15	80 x 80	8153,60	1587,02
16	80 x 80	3828,00	1496,90

Tabel 3. Nilai Gaya Gaya dalam Kolom K1

Pu	9919,02	kN
Vu	702,127	kN
Tu	9,7972	kN-m
Mu	1721,74	kN-m

**Gambar 4.** Denah Kolom K2 Lantai 5 yang ditinjau**Tabel 4.** Data Pu dan Mu Kolom Lantai 5

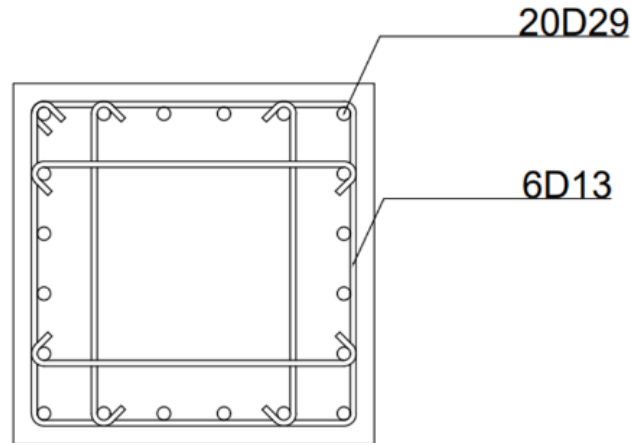
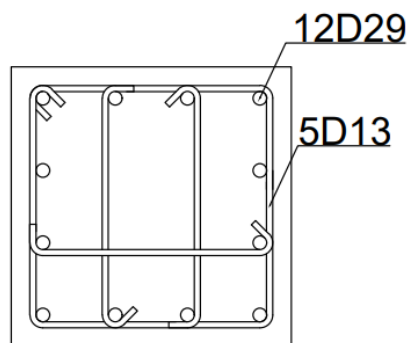
Kode Kolom	Dimensi Kolom	Pu (kN)	Mu (kN.m)
1	60 x 60	1858,40	516,10
2	60 x 60	3069,10	785,30
3	60 x 60	3077,60	788,70
4	60 x 60	1866,80	522,40
5	60 x 60	2413,10	640,40
6	60 x 60	4192,70	894,80
7	60 x 60	4369,40	901,89
8	60 x 60	2374,60	648,50
9	60 x 60	2382,40	633,80
10	60 x 60	4182,20	898,50
11	60 x 60	4106,60	926,30
12	60 x 60	2178,80	608,30
13	60 x 60	1859,00	515,10
14	60 x 60	3054,20	785,30
15	60 x 60	2963,20	789,50
16	60 x 60	1402,30	339,60

Tabel 5. Nilai gaya-gaya dalam kolom K2

Pu	4369,396	kN
Vu	504,542	kN
Tu	6,3576	kN-m
Mu	901,891	kN-m

Tabel 6. Rekapitulasi Penulangan Kolom

Tipe Kolom	Tinggi (mm)	Dimensi (mm x mm)	Tulangan Pokok	Tulangan Geser	
				Tumpuan	Lapangan
K1	4050	800 x 800	20 D29	6 kaki D13 - 100	6 kaki D13 - 150
K2	4050	600 x 600	12 D29	5 kaki D13 - 100	5 kaki D13 - 150

**Gambar 5.** Dimensi Penampang Kolom K1**Gambar 6.** Dimensi Penampang Kolom K2

3.3 Diagram Interaksi Kolom

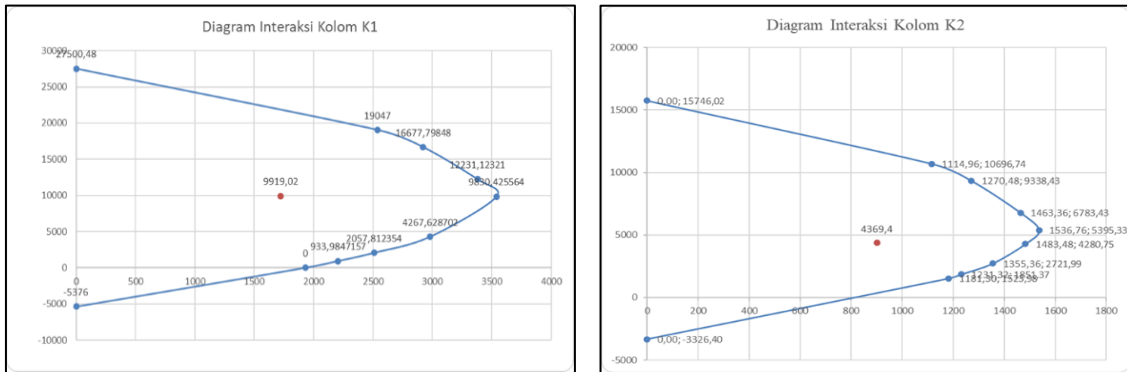
Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Diagram Interaksi Kolom K1

Titik	P (kN)	M (kN-m)	Catatan
A	27500,48	0	Tekan Murni
B	16677,8	2921,9	Keruntuhan Tekan
C	9830,4	3540,7	Balance
D	2057,8	2509,1	Keruntuhan Tarik
E	0	1933,0	Lentur Murni
F	-5376	0	Tarik Murni

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan Diagram Interaksi Kolom K2

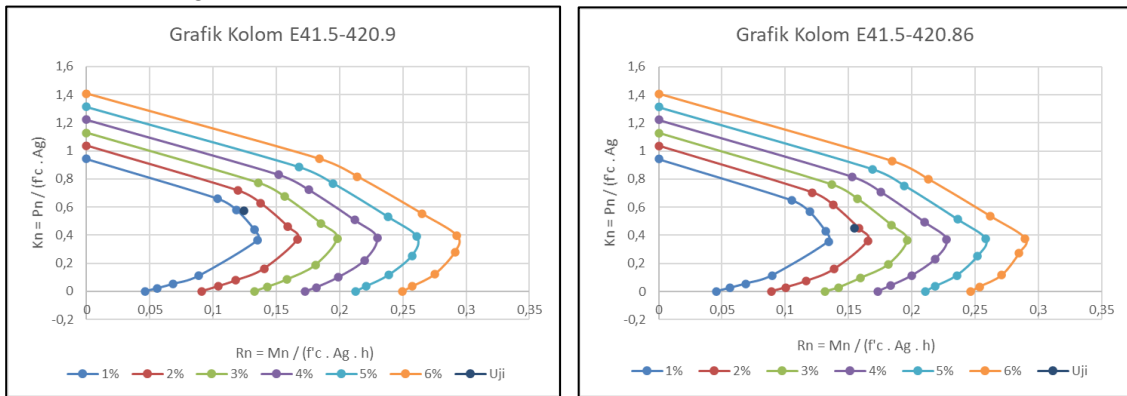
Titik	P (kN)	M (kN-m)	Catatan
A	15469	0	Tekan Murni
B	9201,73	1236,82	Keruntuhan Tekan
C	5382,47	1481,06	Balance
D	1090,48	1044,34	Keruntuhan Tarik
E	0	798,5523077	Lentur Murni
F	-3024	0	Tarik Murni

Berikut diagram interaksi kolom berdasarkan perhitungan, yaitu:



Gambar 7. Diagram Interaksi Kolom K1 dan K2

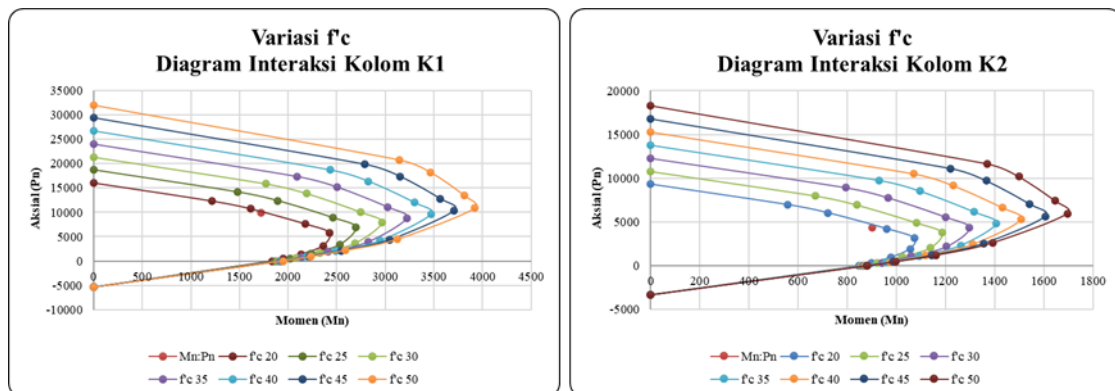
Berdasarkan diagram interaksi yang dibuat, disajikan juga grafik penulangan untuk kolom K1 dan K2 sebagai berikut:



Gambar 8. Grafik Penulangan Kolom K1 dan K2

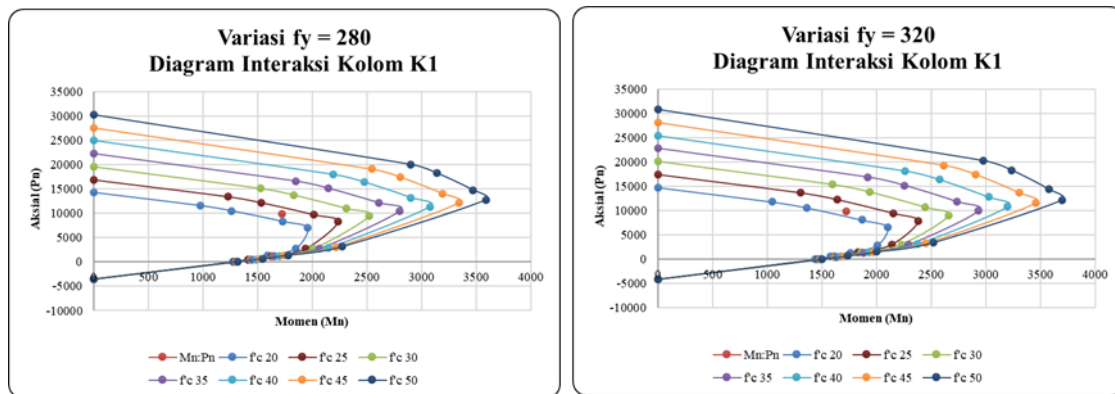
3.4 Variasi Nilai $f'c$ dan f_y pada Diagram Interaksi Kolom

Dari hasil perhitungan variasi nilai $f'c$ pada kolom K1 dan K2, dibuat diagram interaksi kolom sebagai berikut:

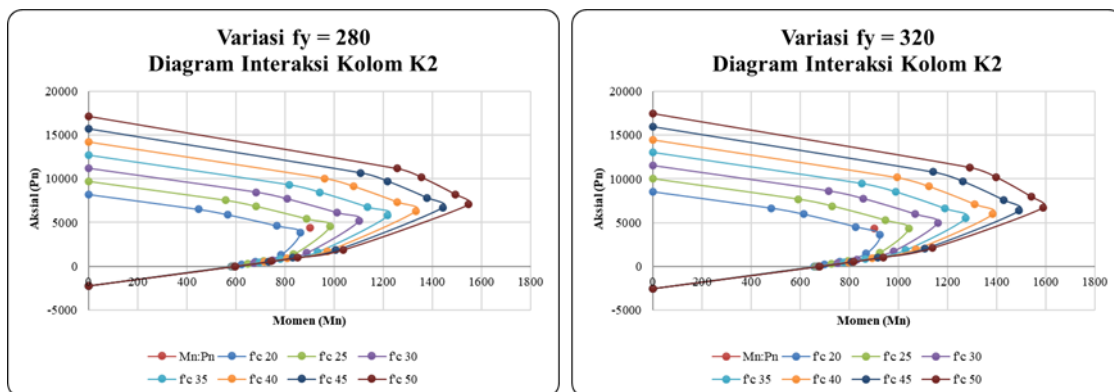


Gambar 9. Variasi $f'c$ Diagram Interaksi Kolom K1 dan K2

Dibuat pula variasi f_y (280 dan 320) pada diagram interaksi kolom K1 dan K2 sebagai berikut:



Gambar 10. Variasi fy Diagram Interaksi Kolom K1



Gambar 11. Variasi fy Diagram Interaksi Kolom K2

4. Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang diperoleh berdasarkan keseluruhan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini :

1. Dari hasil analisa dan perhitungan, diperoleh dimensi kolom K1 (800 x 800) dan K2 (600 x 600) dengan tulangan longitudinal K1 (20D29) dan K2 (12D29) serta tulangan transversal D13.
2. Hasil analisa struktur kolom berdasarkan kekuatan dan deformasi perhitungan program SAP 2000 diperoleh data K1 ($P_u = 9919,02$, $V_u = 702,127$, $T_u = 9,7972$ dan $M_u = 1721,74$) dan K2 ($P_u = 4369,396$, $V_u = 504,542$, $T_u = 6,3576$ dan $M_u = 901,891$).
3. Diagram interaksi hasil output dari program SAP 2000 maupun SPColumn menunjukkan bahwa kolom yang didesain telah memenuhi persyaratan dengan kondisi keruntuhan tekan menentukan.
4. Pengecekan perhitungan control kolom secara manual diperoleh $P_{n\max} > P_u$, dimana: K1 = P_n (22126.69602 kN) > P_u (9919,02 kN) dan K2 = P_n (12598,7381472 kN) > P_u (4369,396 kN).
5. Berdasarkan desain grafik kolom yang dibuat, diperoleh hasil kebutuhan tulangan untuk kolom K1 (ρ pakai = 2,016% > ρ perlu = 1,0978%) dan K2 (ρ pakai = 2,2% > ρ perlu = 1,965 %).
6. Variasi nilai $f'c$ dan f_y pada diagram interaksi K1 dan K2 menunjukkan ketidakamanan pada $f'c = 20$ MPa, serta mendekati garis keruntuhan pada $f'c = 25$ MPa. Kolom disimpulkan aman pada $f'c > 30$ MPa.

5. Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka penulis dapat memberi saran adalah sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan struktur gedung bertingkat tahan gempa khususnya elemen kolom, harus dilakukan sesuai syarat-syarat SNI yang berlaku agar tidak terjadi kegagalan yang berujung pada keruntuhan bangunan.
2. Dalam merencanakan struktur gedung, sangat penting untuk melakukan pemodelan awal dan juga preliminary design yang tepat, yang dalam hal ini berkaitan dengan tata letak, serta dimensi penampang tiap elemen terutama elemen kolom. Perencanaan struktur yang tepat sangatlah berpengaruh bagi perilaku struktur dalam menahan beban-beban yang ada dengan menggunakan dimensi penampang yang sesuai, efisien serta ekonomis.

Referensi

- Antonius. (2009). *Perilaku Dasar dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Semarang: Unissula Press.
- Asroni, A. (2010). *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Bagio, T. H., & Tavo. (2022). *Desain Komponen Struktur Beton Bertulang Lanjut*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bahar, H. (2022). *Pedoman Detai Penulangan Beton Menurut SNI 2847-2019 Dan ACI 315-2018*. Makassar: Nasmedia Pustaka.
- Dipohusodo, I. (1994). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2013). *Design Of Reinforced Concrete 9th Edition*. USA: Wiley.
- Prabowo, W. S. (2019). *Evaluasi Kekuatan Struktur Gedung Telkom Semarang Berdasarkan SNI Gempa 1726:2012 Dan SNI Beton Bertulang 2847:2013*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rizkiani, N. (2019). *Analisis Tegangan Regangan Pada Kolom Menggunakan Software Abaqus Cae V6.14 Pada Struktur Bangunan Hotel Ibis Style 14 Lantai Wilayah Gempa 4*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Saraswati, I. A., & Rofiq, H. I. (2020). *Perancangan Gedung Bertingkat 10 Lantai Dengan Beton Bertulang Mutu Tinggi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Schodek, D. L. (1991). *STRUKTUR*. Bandung: PT Eresco.
- Setiawan, A. (2016). *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Jakarta: Erlangga.
- Simatupang, P. H., Siallagan, G. D., & Pah, J. J. (2018). *Pengaruh Variasi Perhitungan Tegangan dan Regangan Kolom Beton Bertulang Terhadap Daktilitas Penampang Terkekang*. *Jurnal Teknik Sipil*, 45-56.
- Standar Nasional Indonesia [SNI]. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Non-Gedung*. Jakarta: BSN.
- Standar Nasional Indonesia [SNI]. (2019). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung*. Jakarta: BSN.
- Standar Nasional Indonesia [SNI]. (2020). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung dan Bangunan Lain*. Jakarta: BSN.