
**LAPORAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
(PKM) DOSEN**



UNTAR
Universitas Tarumanagara

**LAPORAN PERHITUNGAN STRUKTUR DORMITORY
(2 Lantai)
RTC DEMFARM
DOBUILEVU RAKIRAKI, FIJI**

SEMESTER GANJIL 2023/2024

Oleh:

Hendy Wijaya, S.T., M.T. [0323019101]

Anggota:

Ir. Aniek Prihatiningsih, M.M. [0321096001]

Sherlin Angelina [325210023]

Helga Lenita [325210047]

**Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Tarumanagara
Jakarta
November 2023**



UNIVERSITAS PANCASILA FAKULTAS TEKNIK

Sekretariat : Setrasping Soreah, Jagakarsa, Jakarta 12640, Telp. (021) 7964730 Pns. 101 Fax. (021) 7276028, 7272290
website : www.uns.pancasila.ac.id / e-mail : teknik@uns.pancasila.ac.id

Jakarta, 22 September 2023

No. : 044/PUSTEK/FT/IX/2023
Perihal : Permintaan Tenaga Ahli
Lampir : 2 lembar

Kepada

Kaprodi Sarjana Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
u/p Bapak Dr. Ir. Daniel Christianto, S.T., M.T.
Di Jakarta

Dengan Hormat,

Semoga kesehatan, kesejahteraan dan kebahagiaan menyertai Bapak dalam menjalankan aktivitas sehari-hari.

Sehubungan dengan kegiatan PUSTEK Fakultas Teknik Universitas Pancasila untuk pekerjaan **Jasa Konsultan Perencana pada Pembangunan Demonstration Farming (Demfarm) dan Regional Training Center (RTC) di Kepulauan Negara Fiji**, dari Biro Kerjasama Luar Negeri, Kementerian Pertanian mengenai dukungan Tenaga Ahli

Sehubungan dengan hal tersebut, kami menyampaikan permohonan bantuan personil dengan posisi-posisi dan masa penugasan (intermittent september s/d nopember 2023) sebagai berikut :

1. Dr. Ir. Wati Asriningsih Pranoto, M.T (TA Keairan)
2. Ir. Ali Iskandar, M.T (TA. Geoteknik)
3. Ir. Anek Prihatiningsih, M.M (Ass. TA Geoteknik)
4. Hendy Wijaya, S.T, M.T (TA Struktur)

Demikian kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Hormat kami,


Ir. Ateek Untari, M. Ars. IAI
Ka. PUSTEK FTUP





Jakarta, 6 September 2023

Nomor : 143/PTN-041X/2023
Perihal : Pemohonan Bantuan Personil

Kepada Yth.
Ibu Ir. Atiek Untari, M.Ars.
Pimpinan PUSTEK Fakultas Teknik Universitas Pancerila
di Jakarta

Dengan hormat,
Bersama ini kami sampaikan bahwa PT Kogas Dryap Konsultan saat ini telah mendapat kepercayaan dari Biro Kerja Sama Luar Negeri, Kementerian Pertanian untuk melaksanakan pekerjaan **Jasa Konsultan Perencana pada Pembangunan Demonstratif Farming (Demfarm) dan Regional Training Center (RTC) di Fiji**. Sehubungan dengan hal tersebut, kami menyampaikan permohonan bantuan personil dengan posisi-posisi dan masa penugasan sebagai berikut :

No.	POSISI	JUMLAH ORANG	MASA PENUGASAN
A	TENAGA AHLI		
1.	Kebua Tim/Team Leader	1 Orang	3,5 bulan
2.	Tenaga Ahli Sipil/Struktur	1 Orang	3,5 bulan
3.	Tenaga Ahli Arsitek	1 Orang	3,5 bulan
4.	Tenaga Ahli MEP	1 Orang	3 bulan
5.	Tenaga Ahli Cost Estimator	1 Orang	3 bulan
6.	Tenaga Ahli BIM	1 Orang	3 bulan
7.	Tenaga Ahli Geotek	1 Orang	3 bulan
B	ASISTEN TENAGA AHLI		
1.	Asisten Tenaga Ahli Sipil/Struktur	1 Orang	3 bulan
2.	Asisten Tenaga Ahli Arsitektur	1 Orang	3 bulan
3.	Asisten Tenaga Ahli MEP	1 Orang	3 bulan
C	TENAGA PENDUKUNG		
1.	Drafter	1 Orang	3,5 bulan
2.	Surveyor	1 Orang	2 bulan
3.	Estimator	1 Orang	3 bulan

Demikian kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Hormat kami,
PT Kogas Dryap Konsultan



Dedy Abdullah, ST
Direktur Marketing

LAPORAN PERHITUNGAN STRUKTUR DORMITORY

2 Lantai

Dobuilevu, Fiji



SURAT PENGANTAR

Kepada Yth.
Ka PUSTEK
FT Universitas Pancasila
Srengseng Sawah, Jagakarsa Jakarta 12640
Up. Ir. Atiek Untarti, M.Ars, IAI.

Perihal: Laporan Perhitungan Struktur Bangunan Gedung Dormitoti, RTC Demfarm-Dobuilevu, Rakiraki, Fiji

Yang terhormat,

Berdasarkan permintaan PUSTEK FT UP untuk kerjasama pada pekerjaan **Jasa Konsultan Perencana pada Pembangunan Demonstration Farming (Demfarm) dan Regional Training Center (RTC) di Kepulauan Negara Fiji**, dari Biro Kerjasama Luar Negeri, Kementerian Pertanian untuk dukungan tenaga Ahli.

Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara Jakarta, telah menyelesaikan dan menyampaikan laporan perhitungan struktur Bangunan Gedung Dormitori RTC Demfarm-Dobuilevu, Rakiraki, Fiji. Pekerjaan tersebut dilaksanakan mulai tanggal 28 September - 11 November 2023.

Kami menghargai kerja sama yang telah dilakukan dengan baik, dan jika ada pertanyaan, jangan ragu untuk menghubungi kami.

Hormat kami,
Tim struktur



Hendy Wijaya, ST., MT.

DAFTAR ISI

BAB 1. PENDAHULUAN

- 1.1. Umum
- 1.2. Data Struktur
- 1.3. Spesifikasi Material
- 1.4. Metode Analisa
- 1.5. Acuan Peraturan
- 1.6. Data Pembebanan Struktur
- 1.7. Kombinasi Pembebanan

BAB 2. SISTEM DAN MODELISASI STRUKTUR

- 2.1. Sistem Struktur
- 2.2. Modelisasi Struktur
- 2.3. Input Pembebanan
- 2.4. Faktor Modifikasi Kekakuan dan Kekuatan Penampang

BAB 3. ANALISIS STRUKTUR

- 3.1. Analisa Modal
- 3.2. Simpangan Antar Lantai
- 3.3. Output Gaya Dalam
- 3.4. Penulangan Balok
- 3.5. Stress Ratio Kolom Beton
- 3.6. Stress Ratio Kolom dan Balok Baja Atap
- 3.7. Penulangan Plat Lantai & Tangga
- 3.8. Perencanaanan Gording
- 3.9. Perhitungan Sambungan Angkur dan Baut

BAB 4. PERHITUNGAN PONDASI

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Umum

Bangunan yang dianalisa adalah sebuah bangunan dormitory 2 lantai dengan atap sebagian dak beton dan sebagian atap zinalume.

Analisa struktur dilakukan untuk merencanakan dimensi elemen struktur yang optimal, baik volume beton maupun penulangannya. Dan juga dari analisa struktur ini akan ditentukan jenis pondasi yang dipakai.

Luas kavling dari bangunan ini adalah sekitar 18 m x 40 m. Dengan luas per lantainya adalah sekitar $\pm 720 \text{ m}^2$. Ketinggian bangunan sekitar 8.00 m dari halaman dengan elevasi lantai 1 FL +0.000, elevasi lantai 2 FL +3.600, elevasi lantai dak atap FL +7.200. Akses antar lantai melalui tangga beton.

Layout dari masing-masing lantai dapat dilihat pada gambar di halaman berikut.

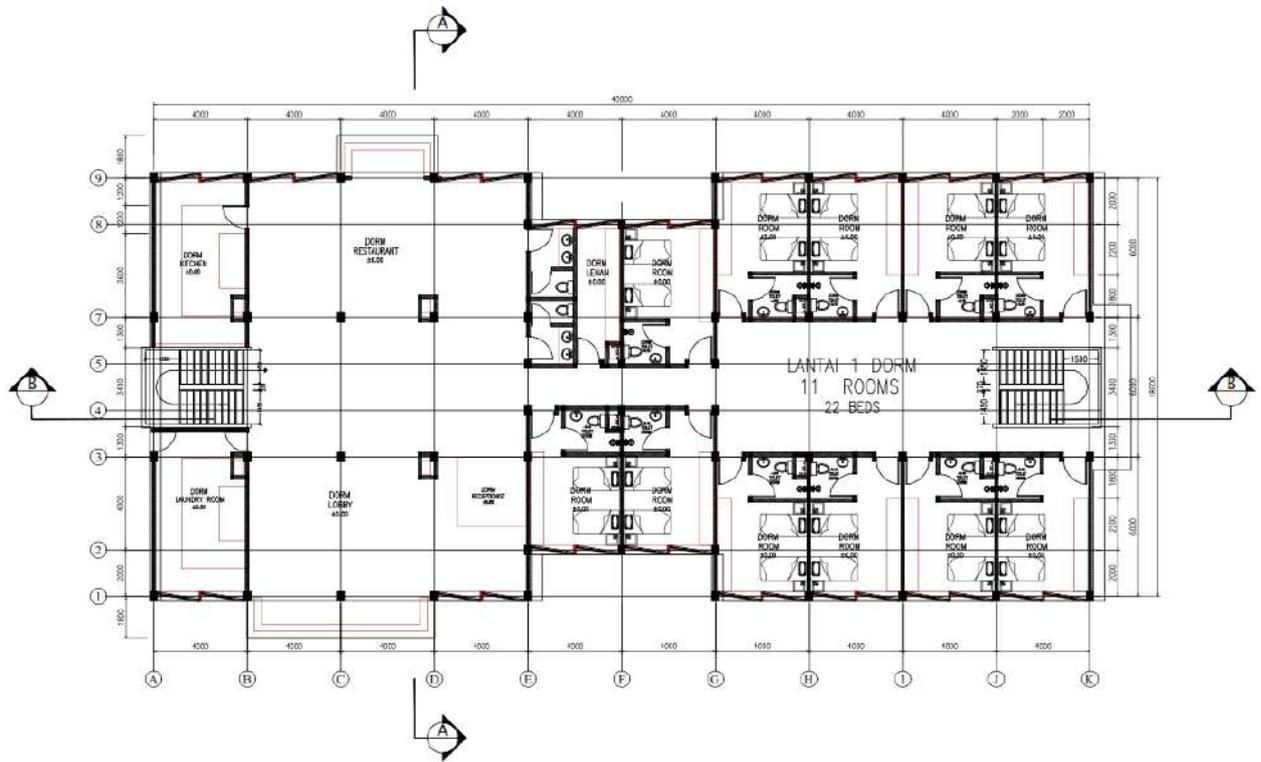
1.2. Data Struktur

Struktur bangunan utamanya direncanakan dari material beton bertulang. Lantai dasar menggunakan sistem struktur panggung (suspended slab). Lantai 2 dan dak atap menggunakan sistem konvensional balok-pelat beton. Pondasi bangunan direncanakan menggunakan pondasi tiang pancang. Konstruksi atap menggunakan material baja.

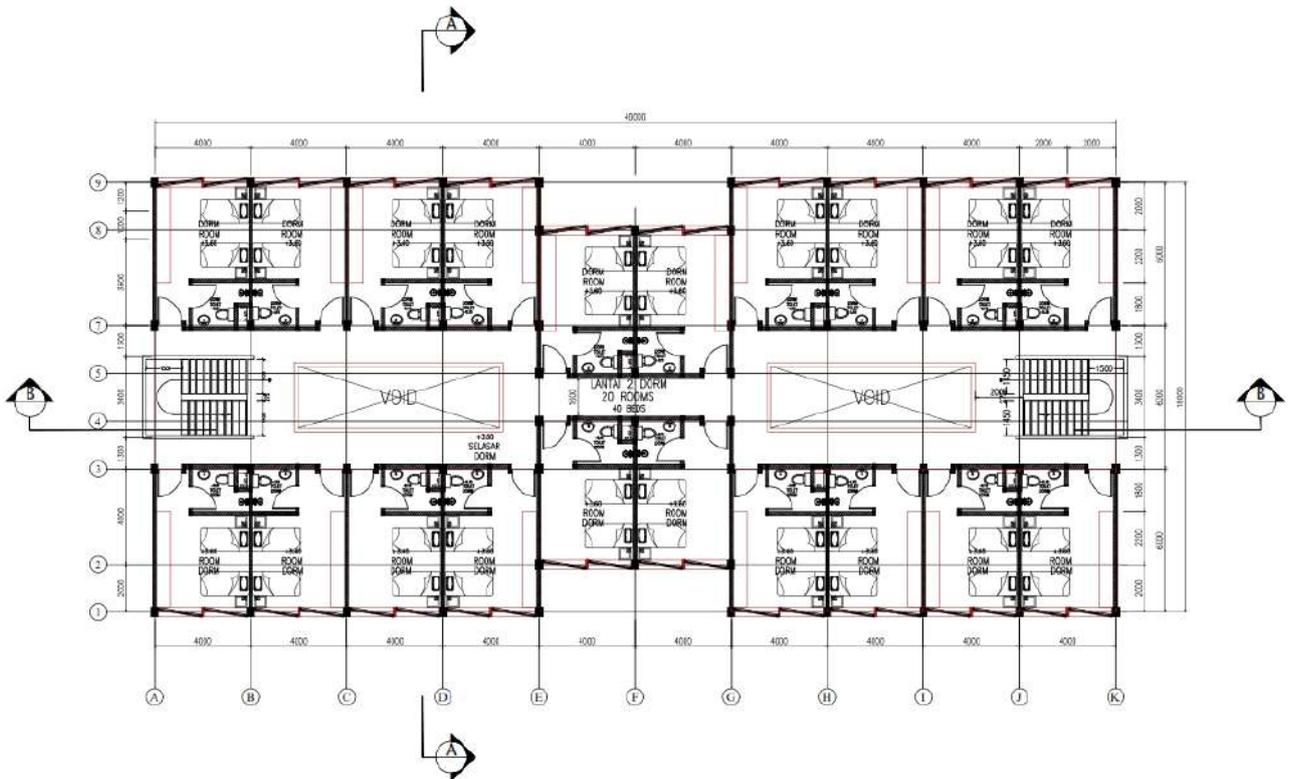
1.3. Spesifikasi Material

Spesifikasi material yang digunakan pada perencanaan bangunan ini adalah sebagai berikut :

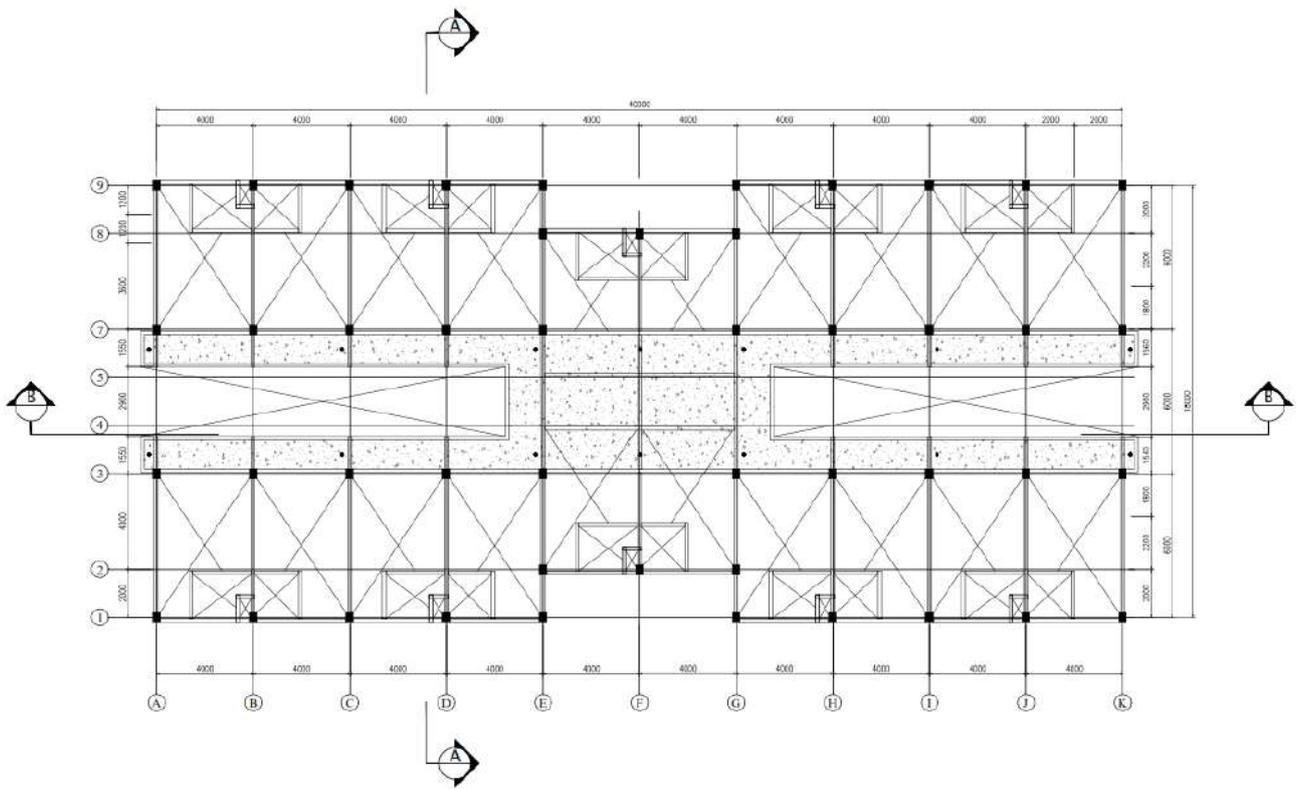
- Beton bertulang mutu $f_c' 25 \text{ MPa}$ (fondasi, kolom, balok, pelat)
- Besi beton :
 - Ulir , $f_y = 420 \text{ MPa}$ (BJTS 420B)
 - Polos, $f_y = 280 \text{ MPa}$ (BJTP 28)
- Baja profil : ASTM A36, $F_y = 240 \text{ MPa}$
- Baut : ASTM A325, HTB, $F_{nt} = 620 \text{ MPa}$
- Las : Elektroda E70XX



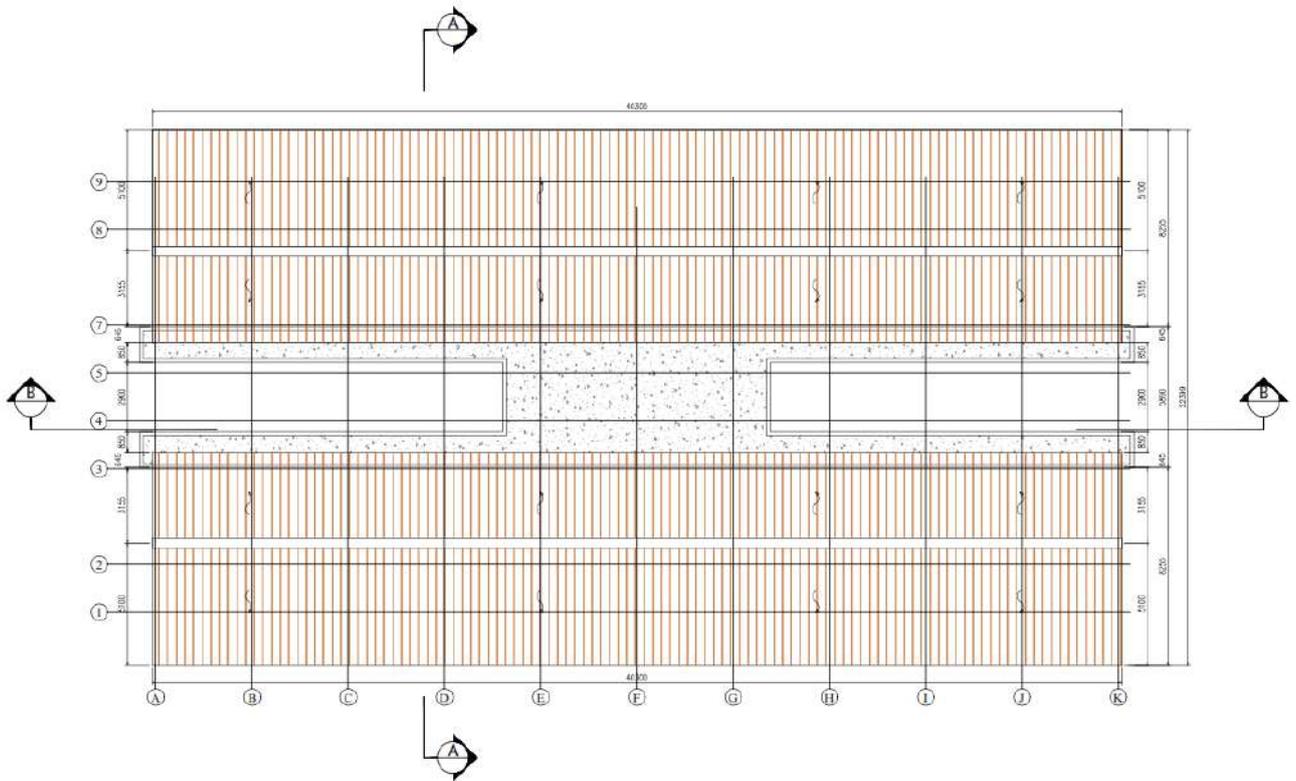
Denah Lantai 1



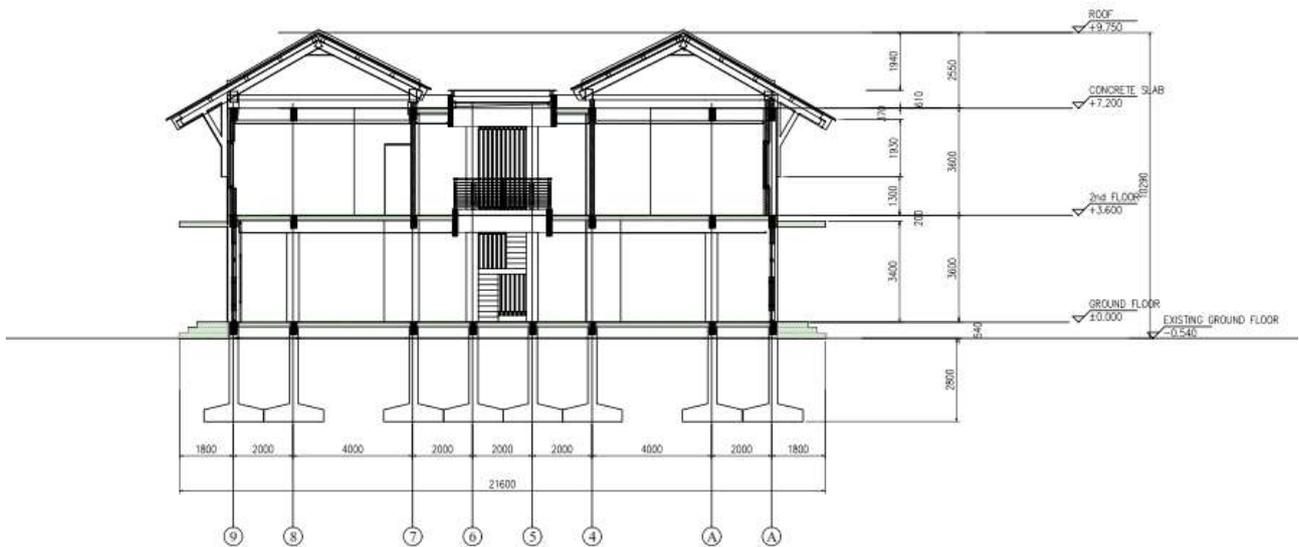
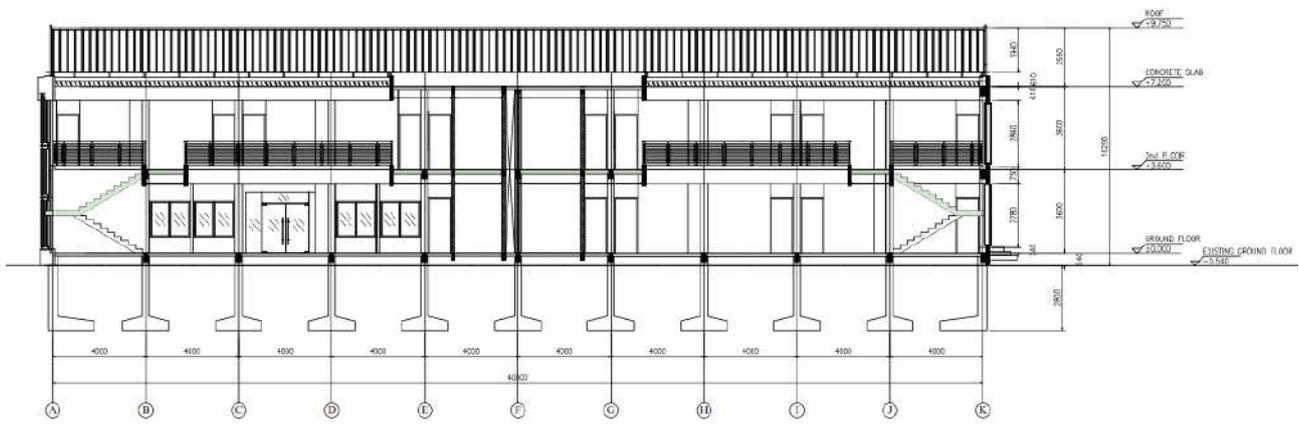
Denah Lantai 2



Denah Lantai Dak Atap



Denah Atap Zincalume



Potongan Bangunan

1.4. Metode Analisa

Struktur dianalisa dengan menggunakan bantuan program berbasis elemen hingga secara tiga dimensi. Asumsi material yang digunakan adalah bersifat elastis, linear, isotropis, dan homogen.

1.5. Acuan Peraturan

Analisis dan desain struktur mengacu pada peraturan-peraturan berikut ini :

- Fiji National Building Code (NBC), 1990
- NZS 4203-1992, Loading Standards
- ASCE 7-16, Minimum design loads and associated criteria for buildings
- HB-212 2002, Design wind speeds for the Asia-Pacific region

- SNI 1726:2019, Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung
- SNI 1727-2020, Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain
- SNI 2847-2019, Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan
- SNI 1729-2020, Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural

1.6. Data Pembebanan Struktur

Jenis-jenis beban yang diberikan kepada struktur bangunan ini adalah :

1.6.1. Beban Mati

Beban mati ada yang diaplikasikan sebagai beban merata, seperti finishing lantai, plafond, dsb dan ada juga yang diaplikasikan sebagai beban garis, seperti dinding.

Besarnya masing-masing beban adalah sebagai berikut :

- Beton bertulang = 2400 kg/m³
- Beban screeding = 2100 kg/m³
- Plafond + instalasi M/E = 38 kg/m²
- Keramik (Finishing lantai) = 105 kg/m²
- Dinding CMU = 250 kg/m²

1.6.2. Beban Hidup

Beban hidup diaplikasikan sebagai beban merata. Yang termasuk dalam beban hidup adalah beban dari manusia dan benda-benda yang dapat bergerak / berpindah. Besarnya beban hidup yang diaplikasikan ke lantai adalah sebagai berikut :

- Lantai Dormitory = 200 kg/m²
- Lantai Lobby = 500 kg/m²
- Lantai Restoran = 500 kg/m²
- Tangga = 480 kg/m²
- Dak atap = 100 kg/m²
- Atap metal = 100 kg/m²

1.6.3. Beban Gempa

Beban gempa pada lokasi proyek ditentukan berdasarkan peta zonasi bahaya gempa dari Fiji National Building Code. Berdasarkan peta tersebut, lokasi proyek berada pada kategori medium risk (zona 6), dengan hazard factor, $Z = 0.60$.

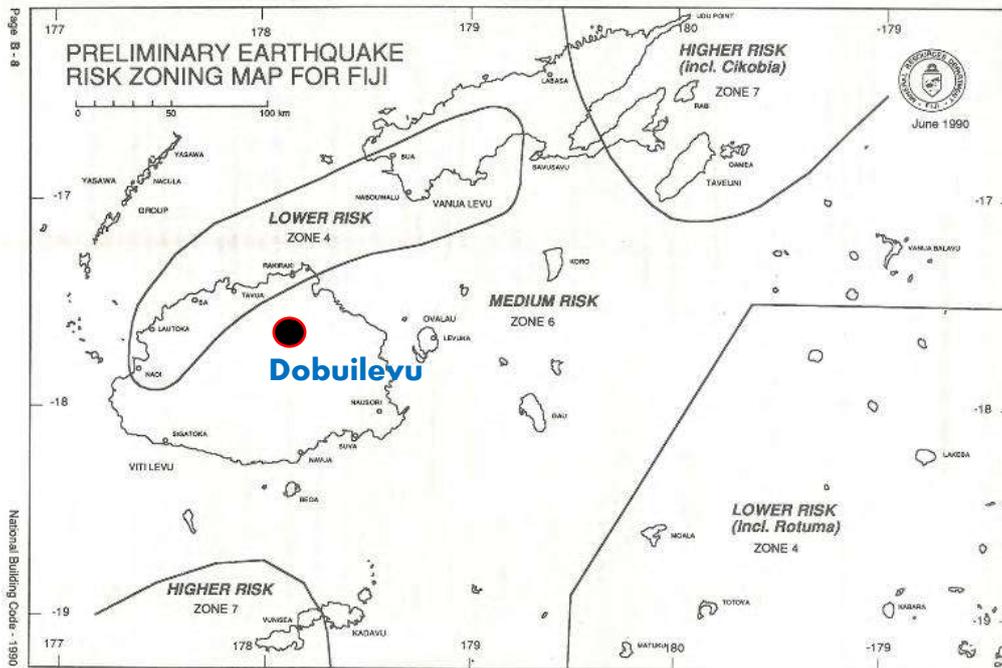


FIGURE B1.2

Peta Zonasi Bahaya Gempa, Fiji NBC 1990

(b) **Dead, Live and earthquake loads:**

NZS4203 Part 1, 2 and 3 General structural design and design loadings for buildings.

The maps of New Zealand shown in the Standard are to be disregarded. The earthquake zones for Fiji are marked in Figure B1.2. For use with NZS 4203 the zone factors corresponding to the zone numbers given in the figure are:-

ZONE NO.	ZONE FACTOR
4	0.4
6	0.6
7	0.7

Each zone factor applies uniformly over the whole area of the zone.

Hazard Factor, Z , Fiji NBC 1990

Berdasarkan ketentuan NZS 4203 Pasal 4.3.2, prosedur gaya statik ekuivalen diizinkan untuk digunakan pada perencanaan bangunan ini, karena tinggi bangunan tidak melebihi 15 meter. Sehingga pada perencanaan bangunan ini, digunakan prosedur analisis gaya

statik ekuivalen untuk menentukan nilai gaya geser dasar seismik dan distribusi vertikal gaya seismik.

4.3.2 Limitation on the use of the equivalent static method

The equivalent static method of analysis may be used only where at least one of the following criteria is satisfied:

- (a) The height between the base and the top of the structure does not exceed 15 m,
- (b) The fundamental period calculated as specified in section 4.5 does not exceed 0.45 seconds
- (c) The structure satisfies the horizontal and vertical regularity requirements of section 4.4 and has a fundamental period less than 2.0 seconds.

Prosedur untuk memperoleh nilai koefisien gaya lateral pada metode statik ekuivalen, C , didasarkan pada persamaan 4.6.2 yang tercantum dalam dokumen NZS 4203-1992 yang digunakan sebagai rujukan oleh Fiji NBC, dengan formula sebagai berikut:

- (b) For the ultimate limit state, the lateral force coefficient, C , is given by equation 4.6.2, but shall not be taken as less than 0.03:

$$C = C_h(T_1, \mu) S_p R Z L_u \dots \dots \dots \text{(Eq. 4.6.2)}$$

dengan:

- C_h = Basic seismic hazard acceleration coefficient for the site subsoil conditions which area a function of the building period (T) and the structural ductility (μ).
- S_p = Structural performance factor (=0.67)
- R = Risk factor for the building
- Z = Zone factor for the site
- L_u = Ultimate Limis State Multiplier (=0.7)

Untuk sistem rangka pemikul momen beton bertulang yang daktail, berdasarkan Tabel 4.2.1 dari peraturan NZS 4203-1992, **secara konservatif** diambil nilai daktilitas struktur, $\mu = 6.0$.

Untuk kondisi tanah lunak, dengan $\mu = 6.0$ dan $T_1 = 0.56$ detik (berdasarkan periode fundamental hasil modal analisis bangunan, ditunjukkan pada Subbab 3.1), berdasarkan grafik 4.6.1 dari peraturan NZS 4203-1992, diperoleh $C_h(T_1, \mu) = 0.19$.

Sehingga, untuk Risk Factor, $R = 1.00$ dan Zone Factor, $Z = 0.60$, nilai koefisien gaya lateral, C , diperoleh:

$$C = 0.19 \times 0.67 \times 1.0 \times 0.60 \times 1.00$$

$$C = 0.076$$

NZS 4203:1992

Table 4.2.1 – Structural ductility factor, μ (for use where required by 4.2.4.2(b))

	Structural steel	Reinforced concrete	Prestressed concrete	Reinforced masonry	Timber
1. Elastically responding structures	1.25	1.25	1.0	1.25	1.0
2. Structures of limited ductility					
(a) Braced frames:					
(i) Tension & compression yielding	3	–	–	–	3
(ii) Tension yielding only (Two storeys maximum)	3	–	–	–	–
(b) Moment resisting frame	3	3	2	2	3
(c) Walls	3	3	–	2	3
(d) Cantilevered face loaded walls (single storey only)	–	2	–	2	–
3. Ductile structures (see Note 6)					
(a) Braced frames (tension & compression yielding)	$6 \leq 20(1-T_1) \leq 10$	–	–	–	–
(b) Moment resisting frames	$6 \leq 20(1-T_1) \leq 10$	$6 \leq 20(1-T_1) \leq 10$	$5 \leq 20(1-T_1) \leq 8$	$4 \leq 20(1-T_1) \leq 6$	$4 \leq 20(1-T_1) \leq 6$
(c) Walls	–	$5 \leq 20(1-T_1) \leq 8$	–	$4 \leq 20(1-T_1) \leq 6$	$4 \leq 20(1-T_1) \leq 6$
(d) Eccentrically braced frames	$6 \leq 20(1-T_1) \leq 10$	–	–	–	–

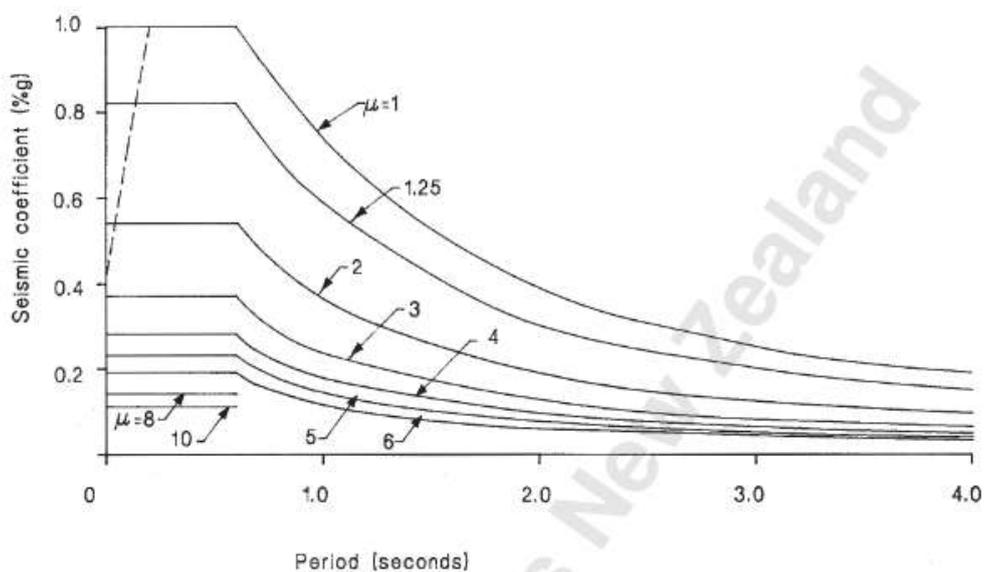


Figure 4.6.1 – Basic seismic hazard acceleration coefficient (c) Site subsoil category (c) (Flexible or deep soil sites)

**Table 4.6.1 – Basic seismic hazard acceleration coefficient
(c) Site subsoil category (c) (Flexible or deep soil sites)**

Period, T (seconds)	Structural ductility factor, μ									
	1.0	1.25	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	
0.0	0.42*	1.00	0.82	0.54	0.37	0.28	0.23	0.19	0.14	0.11
0.10	0.72*	1.00	0.82	0.54	0.37	0.28	0.23	0.19	0.14	0.11
0.20	1.00	0.82	0.54	0.37	0.28	0.23	0.19	0.14	0.11	
0.45	1.00	0.82	0.54	0.37	0.28	0.23	0.19	0.14	0.11	
0.50	1.00	0.82	0.54	0.37	0.28	0.23	0.19	0.14	0.11	
0.60	1.00	0.82	0.54	0.37	0.28	0.23	0.19	0.14	0.11	
0.70	0.94	0.75	0.47	0.31	0.24	0.19	0.16			
0.80	0.88	0.70	0.44	0.29	0.22	0.18	0.15			
0.90	0.81	0.65	0.41	0.27	0.20	0.16	0.14			
1.0	0.75	0.60	0.38	0.25	0.19	0.15	0.13			
1.5	0.52	0.42	0.26	0.17	0.13	0.10	0.088			
2.0	0.38	0.30	0.19	0.13	0.095	0.076	0.065			
2.5	0.30	0.24	0.15	0.099	0.075	0.060	0.051			
3.0	0.25	0.20	0.13	0.083	0.063	0.050	0.043			
4.0	0.19	0.15	0.095	0.063	0.048	0.038	0.032			

NOTE – For intermediate periods and ductility factors, interpolate linearly.

Untuk perencanaan struktur atap baja, digunakan struktur dengan daktilitas terbatas (limited ductility), dengan nilai, $\mu \leq 3.0$.

1.6.4. Beban Angin

Beban angin ditentukan berdasarkan hazard level V (menurut HB-212) untuk area dengan kategori "very strong typhoons / tropical cyclones", dengan basic wind speed 80 m/s untuk periode ulang 500 tahunan.

Besar beban angin ditentukan berdasarkan SNI 1727:2020 ; Pasal 26, mengenai prosedur penentuan beban angin untuk bangunan gedung dan struktur lain yang termasuk dalam Sistem Penahan Gaya Angin Utama (SPGAU). Berikut prosedur perancangan beban angin untuk struktur bangunan yang termasuk Sistem Penahan Gaya Angin Utama (SPGAU), dengan kecepatan dasar angin maksimum 80 m/s :

Penentuan tekanan kecepatan angin pada ketinggian tertentu dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut.

$$q_z = 0.613 K_d K_z K_{zt} K_s (V)^2 \quad \text{dalam N/m}^2, V \text{ dalam m/s}$$

dengan :

Kd = koefisien faktor arah angin
untuk bangunan gedung, maka Kd = 0.85

K_z = koefisien eksposur tekanan (Eksposur C)
 untuk tinggi bangunan < 12 m, diambil $K_z = 1.00$

K_{zt} = koefisien faktor topografi
 berdasarkan kondisi situs dan lokasi bangunan, maka $K_{zt} = 1$

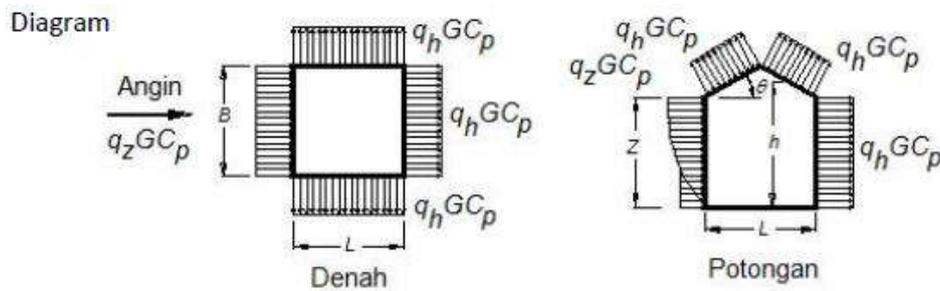
K_e = koefisien faktor elevasi permukaan tanah
 Untuk semua elevasi, K_e boleh diambil = 1.00

q_z = tekanan kecepatan angin pada ketinggian tertentu (z).

$q_z = 0.613 \times 0.85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 80^2$
 $= 3334.72 \text{ N/m}^2$
 $= 3.35 \text{ kPa}$

Tekanan angin yang diaplikasikan pada Gedung dalam analisis tidak boleh kurang dari 0.77 kPa untuk dinding dan 0.4 kPa untuk atap.

Efek hembusan angin



Atap pelana, atap perisai

Besar koefisien efek hembusan angin dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

- Koefisien tekanan internal, diambil $G C_{pi} = \pm 0.18$ (Tabel 26.13-1)
- Faktor pengaruh hembusan angin $G = 0.85$ (Pasal 26.11.1)
- Koefisien tekanan atap, C_p diambil berdasarkan fungsi dan bentuk struktur yang bersangkutan sesuai dengan ketentuan berikut.

Koefisien tekanan dinding, C_p

Permukaan	L/B	C_p	Digunakan dengan
Dinding di sisi angin datang	Seluruh nilai	0,8	q_z
	0 – 1	- 0,5	q_h
Dinding di sisi angin pergi	2	- 0,3	q_h
	≥ 4	- 0,2	q_h
Dinding tepi	Seluruh nilai	- 0,7	q_h

Koefisien tekanan atap, C_p , untuk digunakan dengan q_h

Arah Angin	h/L	Di sisi angin datang								Di sisi angin pergi		
		Sudut, θ (derajat)								Sudut, θ (derajat)		
		10	15	20	25	30	35	45	$\geq 60^a$	10	15	≥ 20
Tegak lurus terhadap bubungan untuk $\theta \geq 10^0$	$\leq 0,25$	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	-0,2	0,0 ^a					
	0,5	-0,18	0,0 ^a	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,01 ^b	- 0,3	- 0,5	- 0,6
	$\geq 1,0$	-0,9	-0,7	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	0,0 ^a		- 0,5	- 0,5	- 0,6
		-0,18	-0,18	0,0 ^a	0,2	0,2	0,3	0,4	0,01 ^b			
		-1,3 ^b	-1,0	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	0,0 ^a		- 0,7	- 0,6	- 0,6
		-0,18	-0,18	-0,18	0,0 ^a	0,2	0,2	0,4	0,01 ^b			

Arah Angin	h/L	Jarak horizontal dari tepi sisi angin datang	C_p
Tegak lurus terhadap bubungan untuk $\theta < 10^0$ sejajar bubungan untuk semua θ	$\leq 0,5$	0 sampai dengan $h/2$	-0,9, -0,18
		$h/2$ sampai dengan h	-0,9, -0,18
		h sampai dengan $2h$	-0,5, -0,18
		$> 2h$	-0,3, -0,18
	$\geq 1,0$	0 sampai dengan $h/2$	-1,3 ^b , -0,18
		$> h/2$	-0,7, -0,18

^aNilai disediakan untuk keperluan interpolasi.

^bNilai dapat direduksi secara linier dengan luas yang sesuai berikut ini:

^cUntuk kemiringan atap lebih besar dari 80^0 , gunakan $C_p = 0,8$

Luas (ft ²)	Luas (m ²)	Faktor Reduksi
≤ 100	$\leq 9,3$	1,0
250	23,2	0,9
≥ 1000	$\geq 92,9$	0,8

Catatan:

1. Tanda positif dan negatif menandakan tekanan yang bekerja menuju dan menjauhi permukaan.
2. Diperkenankan interpolasi linier untuk nilai L/B , h/L dan θ selain dari yang diperlihatkan. Interpolasi hanya boleh dilakukan di antara nilai-nilai dengan tanda yang sama. Apabila nilai tidak memiliki tanda yang sama, asumsikan 0.0 untuk kegunaan interpolasi.
3. Apabila tercantum dua nilai C_p , ini menunjukkan bahwa kemiringan atap di sisi angin datang mengalami salah satu tekanan angin positif atau negatif dan struktur atap harus didesain untuk kedua kondisi tersebut. Interpolasi untuk rasio h/L di dalam hal ini hanya boleh dilakukan di antara nilai-nilai C_p dari tanda yang sama.
4. Untuk atap miring sepihak, seluruh permukaan atap merupakan permukaan di sisi angin datang atau di sisi angin pergi.
5. Rujuk ke Gambar 27.3-2 untuk atap kubah dan Gambar 27.3-3 untuk atap lengkung.
6. Untuk atap mansard, permukaan horizontal dan permukaan miring di sisi angin pergi harus diberlakukan sebagai permukaan di sisi angin pergi dari tabel.
7. Kecuali untuk SPGAU pada atap yang terdiri dari rangka penahan momen, total gaya geser horizontal tidak boleh kurang dari yang ditentukan dengan mengabaikan gaya angin pada permukaan atap.

1.7. Kombinasi Pembebanan

Beban-beban yang diaplikasikan kepada struktur dikombinasikan untuk memperoleh respons struktur yang paling menentukan. Kombinasi pembebanan mengikuti ketentuan ASCE 7.

Kombinasi pembebanan ultimit yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. COMB1 = 1.4 DL
2. COMB2 = 1.2 DL + 1.6 LL
3. COMB3 = (1.2 + 0.2 Sds) DL + 1.0 LL ± 1.0 ρ E
4. COMB4 = (0.9 – 0.2 Sds) DL ± 1.0 ρ E
5. COMB5 = 1.2 DL + 1.0 LL + 0.5 LLr + 1.0 W
6. COMB6 = 1.2 DL + 1.0 LL + 1.6 LLr + 0.5 W
7. COMB7 = 0.9 DL + 1.0 W

Kombinasi pembebanan tegangan ijin yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. IJIN1 = DL
2. IJIN2 = DL + LL
3. IJIN3 = (1 + 0.14 Sds) DL ± 0.7 ρ E
4. IJIN4 = (1 + 0.10 Sds) DL + 0.75 LL ± 0.525 ρ E
5. IJIN5 = (0.6 – 0.14 Sds) DL ± 0.7 ρ E
6. IJIN6 = 1.0 DL + 0.6 W
7. IJIN7 = 1.0 DL + 0.75 LL + 0.75 LLr + 0.45 W
8. IJIN8 = 0.6 DL + 0.6 W

dengan :

DL = dead load + superimposed dead load

LL = live load

LLr = live load atap

E = beban gempa

W = beban angin

Sds = percepatan respon spektral pada periode pendek, redaman 5%

ρ = faktor redundansi struktur, pada proyek ini digunakan ρ = 1.30

Nilai Sds diambil dari pendekatan nilai koefisien gaya lateral yang disebutkan pada Subbab 1.6.3. Dengan nilai C = 0.076 dan menganggap nilai koefisien modifikasi respons R = 6.0, dan faktor keutamaan bangunan, Ie = 1.0, maka didapat nilai pendekatan Sds sekitar 0.46.

$$Sds = Cs \times R / Ie = 0.076 \times 6.0 / 1.0 = 0.46$$

Prosedur kombinasi gempa ortogonal juga diperhitungkan dalam kombinasi-kombinasi beban yang melibatkan pengaruh gaya seismik, E, dimana 100% gaya untuk satu arah ditambah 30% gaya arah tegak lurus nya.

Dari beberapa kombinasi pembebanan tersebut akan diperoleh respons dari struktur berupa kebutuhan tulangan beton pada balok dan analisa tegangan yang terjadi pada kolom.

BAB 2

SISTEM DAN MODELISASI STRUKTUR

2.1. Sistem Struktur

Tujuan utama dari pemilihan sistem struktur secara umum dapat dikatakan agar supaya struktur dapat tetap berdiri dan mempertahankan bentuknya terhadap segala macam pembebanan yang ada, dengan memperhatikan tiga prinsip fundamental dari struktur, yaitu : stability (stabilitas), strength (kekuatan), dan stiffness (kekakuan).

Sistem struktur bangunan ini terdiri atas 2 bagian utama. Pertama adalah sistem struktur bawah, yang berada di bawah permukaan tanah, meliputi pondasi dan tie beam. Kedua adalah sistem struktur atas yang terletak di atas permukaan tanah, meliputi kolom, balok, dan plat lantai.

Sistem struktur atas dapat dibagi atas 2 bagian subsistem, yaitu sistem struktur penahan gaya gravitasi dan sistem struktur penahan gaya lateral. Kedua subsistem ini bekerja bersama-sama untuk menanggung beban gravitasi dan lateral dan menyalurkannya ke pondasi.

Pada perencanaan bangunan ini digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) sebagai penahan gaya gravitasi dan gaya lateral untuk perencanaan struktur beton. SRPM ini bekerja melalui mekanisme lentur antara balok dan kolom untuk mentransfer gaya-gaya yang bekerja. Untuk dapat mencapai mekanisme tersebut, hubungan join antara balok dan kolom harus bersifat rigid.

Untuk perencanaan struktur beton bertulang, menggunakan sistem portal daktail, **Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)**, sedangkan perencanaan struktur baja atap menggunakan **Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)**, dengan nilai daktilitas struktur $\mu = 3.0$.

2.2. Modelisasi Struktur

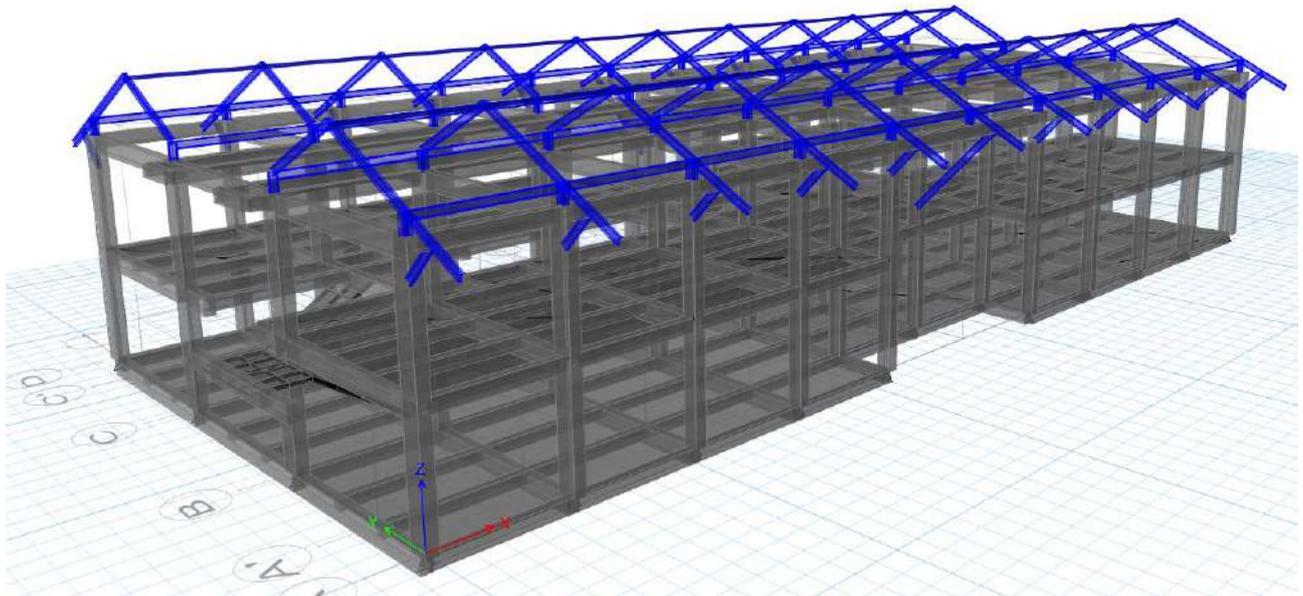
Untuk memperoleh respons struktur yang mendekati kondisi kenyataan yang sebenarnya, maka struktur bangunan dimodelkan dalam analisa tiga dimensi, di mana pemodelan ini dibuat semirip mungkin dengan rencana arsitekturnya.

Elemen balok dimodelkan sebagai elemen garis dengan 6 derajat kebebasan, yaitu 3 DOF translasi arah x , y , lentur arah sumbu kuat, lentur arah sumbu lemah, dan puntir pada tiap titik nodalnya. Sedangkan kekakuan aksial balok dianggap sangat kaku.

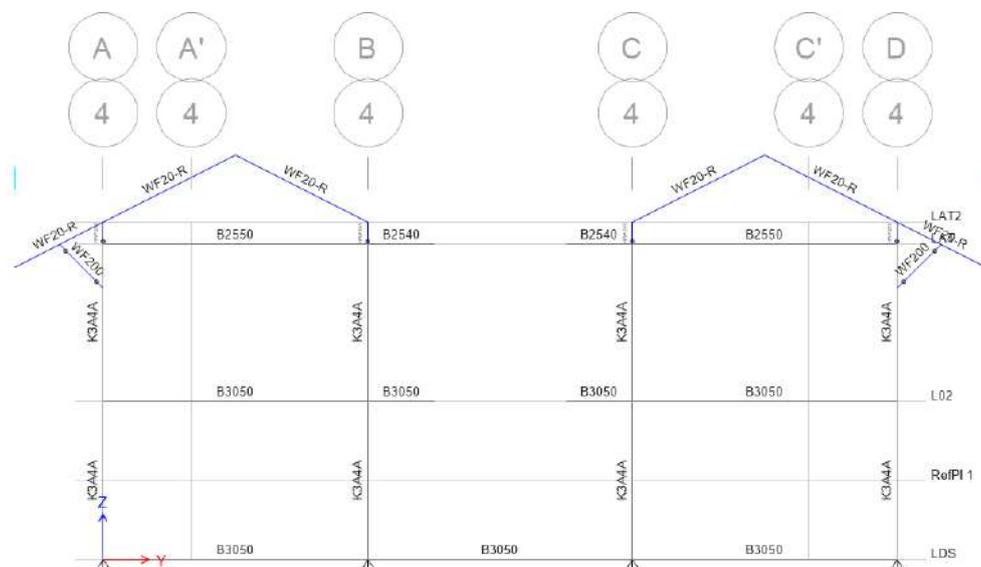
Untuk plat lantai dimodelkan sebagai elemen membrane dengan tebal 12 cm.

Elemen kolom digunakan elemen garis dengan 6 derajat kebebasan pada tiap nodalnya.

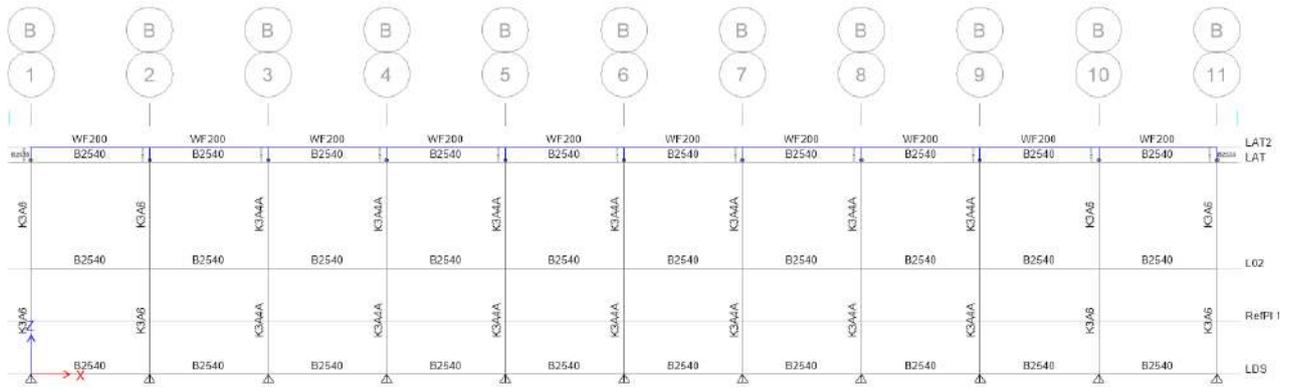
Pada gambar-gambar di bawah ini, akan ditampilkan pemodelan struktur pada perencanaan bangunan ini.



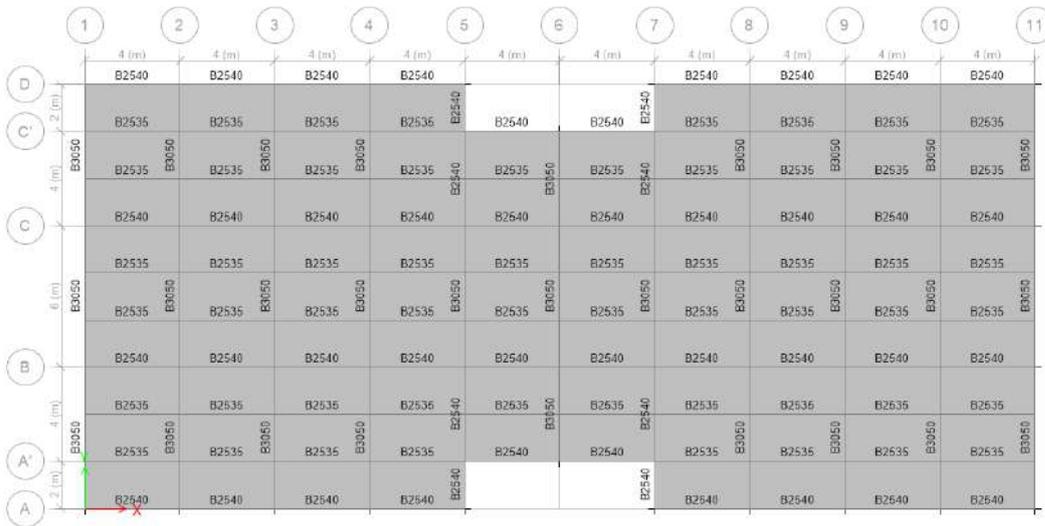
Model Struktur 3-D



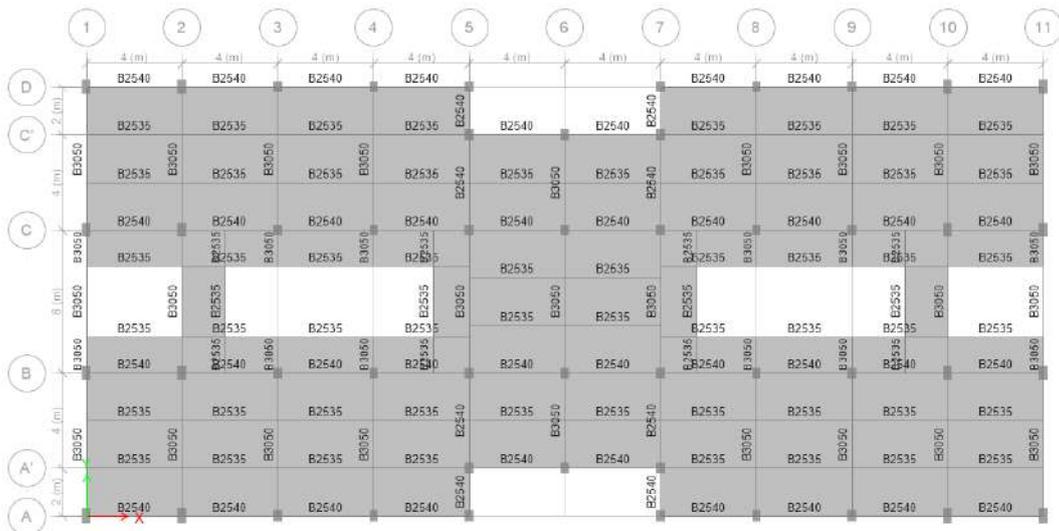
Tipikal Portal Melintang



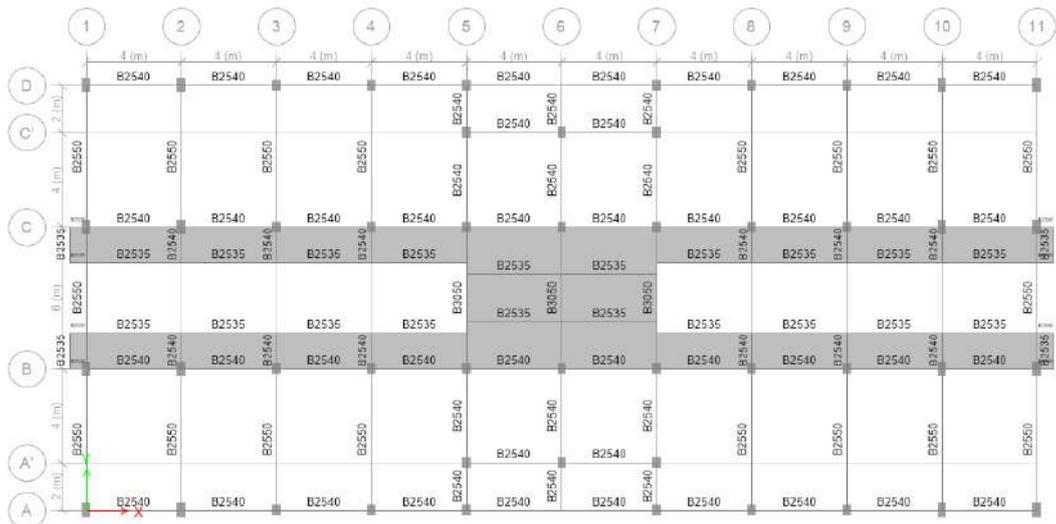
Tipikal Portal Memanjang



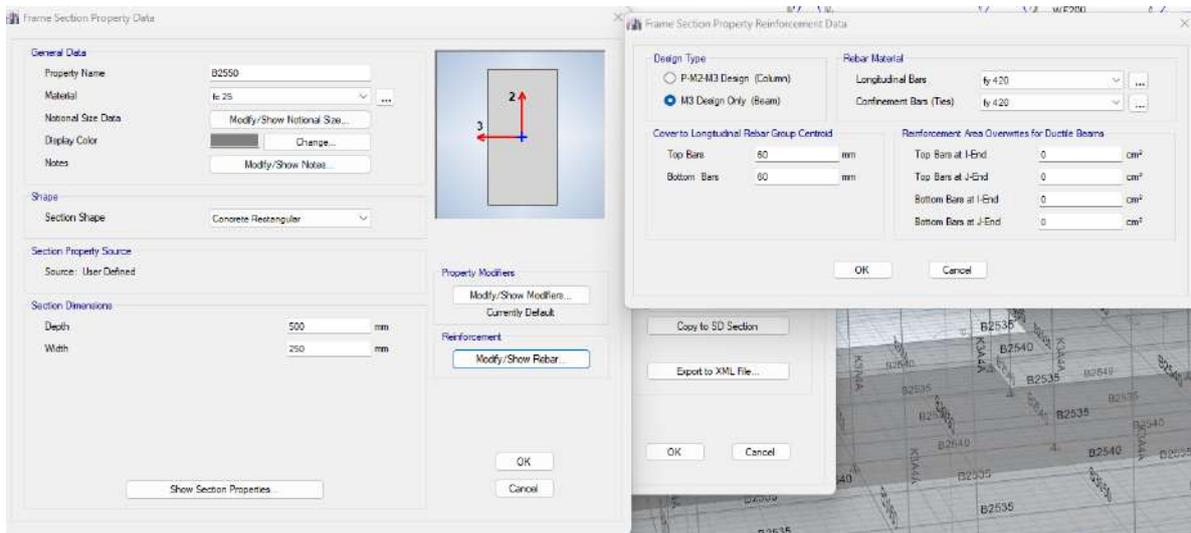
Denah Balok Lantai 1



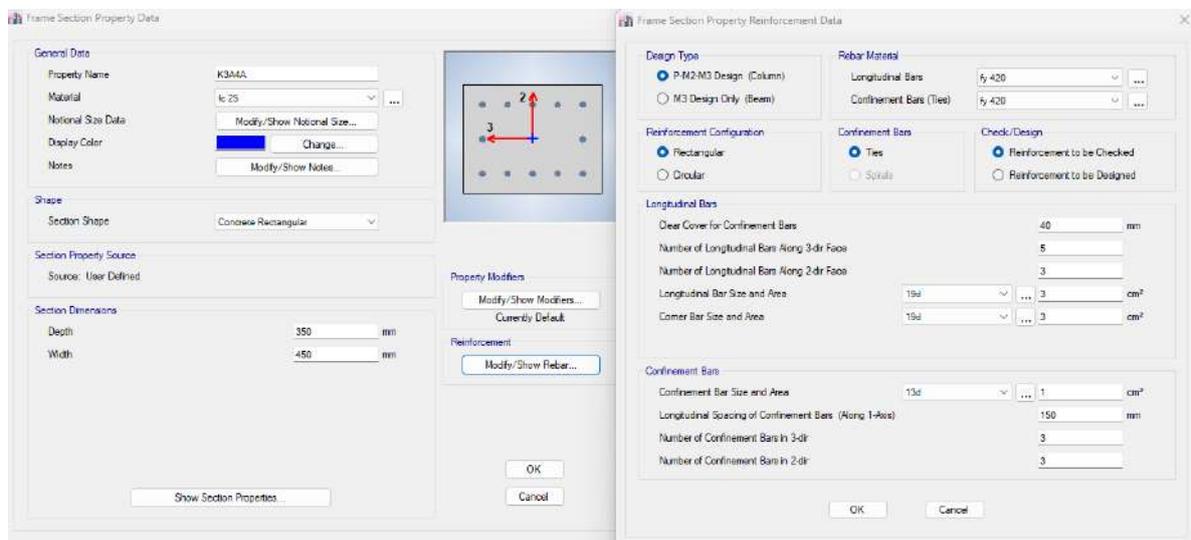
Denah Balok Lantai 2



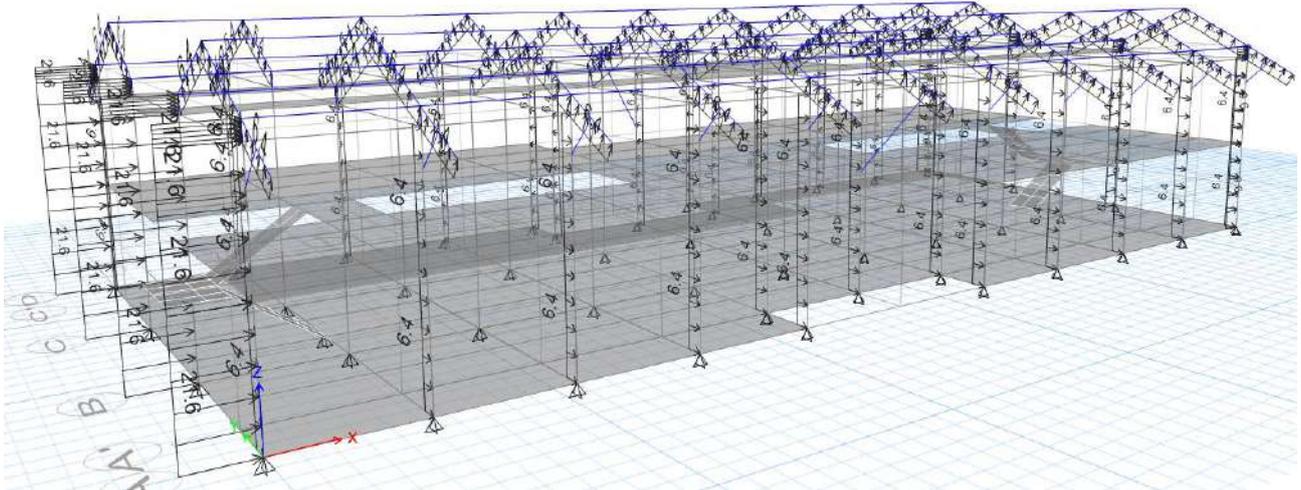
Denah Balok Lantai Dak Atap



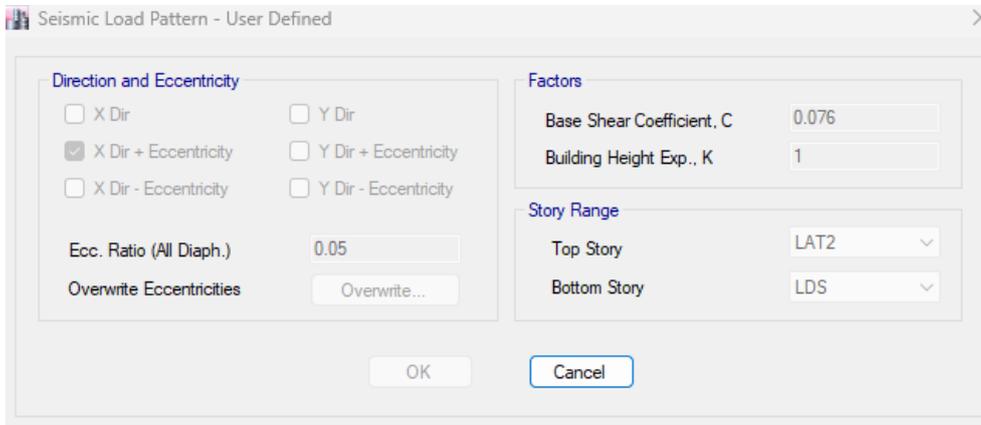
Contoh Input Penampang Balok 250x500



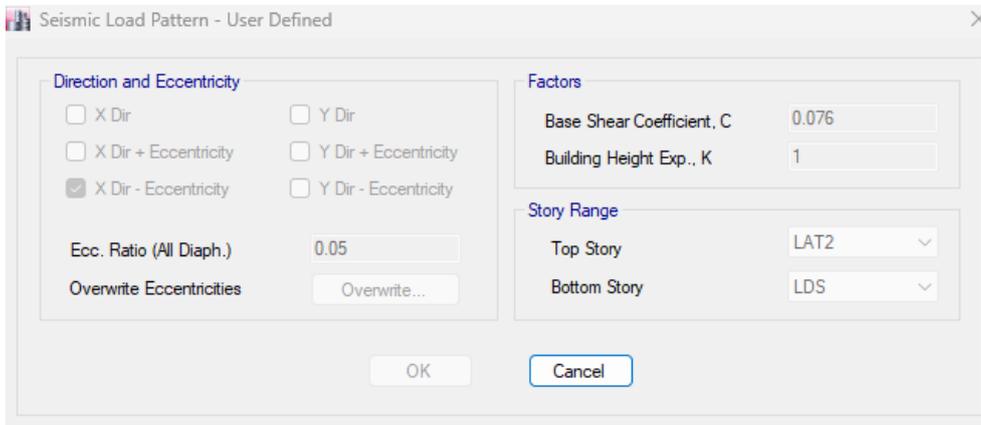
Contoh Input Penampang Kolom 350x450



Input Beban Angin Arah Memanjang Bangunan, satuan kN/m



Input Gempa Arah X, eksentrisitas +5%



Input Gempa Arah X, eksentrisitas -5%

Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity %	Ecc. Overriden	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used kN	Base Shear kN
EQX	Seismic	X + Ecc. Y	5	<input type="checkbox"/>	LAT2	LDS	0.076	1	11566.48	879.05
EQY	Seismic	Y + Ecc. X	5	<input type="checkbox"/>	LAT2	LDS	0.076	1	11566.48	879.05
EQXmin	Seismic	X - Ecc. Y	5	<input type="checkbox"/>	LAT2	LDS	0.076	1	11566.48	879.05
EQYmin	Seismic	Y - Ecc. X	5	<input type="checkbox"/>	LAT2	LDS	0.076	1	11566.48	879.05

Gaya Geser Dasar Seismik

Load Combinations

Combinations

- .EV
- .EX**
- .EXMIN
- .EY
- .EYMIN
- COMB1
- COMB2
- COMB3-1
- COMB3-2
- COMB3-3
- COMB3-4
- COMB4-1
- COMB4-2
- COMB4-3
- COMB4-4

Click to:

Add New Combo...

Add Copy of Combo...

Modify/Show Combo...

Delete Combo

Add Default Design Combos...

Convert Combos to Nonlinear Cases...

OK Cancel

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: EX

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
EQX	1.3

Add Delete

OK Cancel

Load Combinations

Combinations

- .EV
- .EX
- .EXMIN
- .EY
- .EYMIN
- COMB1
- COMB2
- COMB3-1**
- COMB3-2
- COMB3-3
- COMB3-4
- COMB4-1
- COMB4-2
- COMB4-3
- COMB4-4

Click to:

Add New Combo...

Add Copy of Combo...

Modify/Show Combo...

Delete Combo

Add Default Design Combos...

Convert Combos to Nonlinear Cases...

OK Cancel

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: COMB3-1

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
DL	1.2
EX	1
EY	0.3
EV	0.2
LL03	0.5
LL10	1

Add Delete

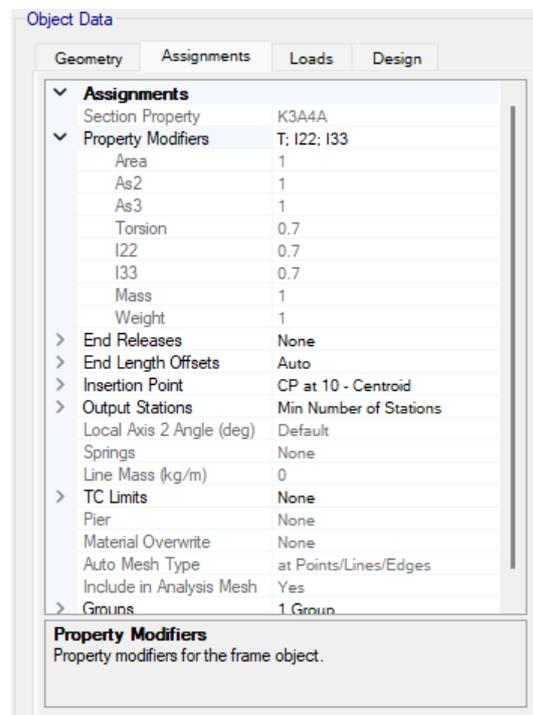
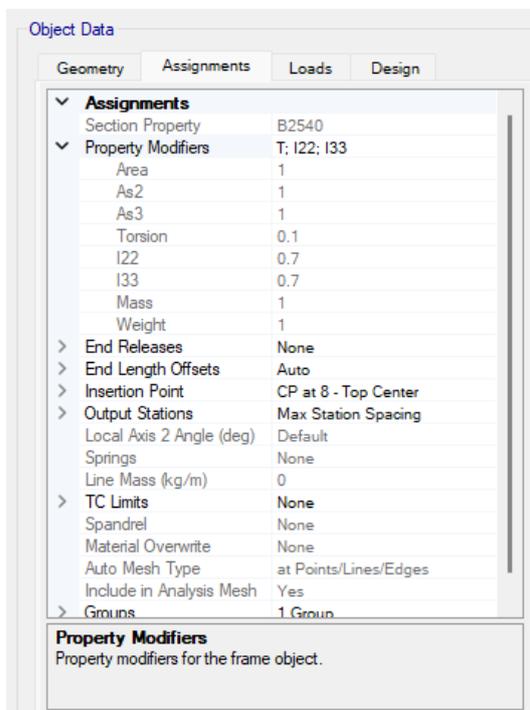
OK Cancel

Contoh Input Kombinasi Beban Gempa

2.4. Faktor Modifikasi Kekakuan dan Kekuatan Penampang

Dalam perencanaan elemen struktur beton bertulang, pengaruh retak pada unsur-unsur struktur beton bertulang harus diperhitungkan terhadap kekakuannya. Momen inersia dari penampang struktur dikalikan dengan suatu persentase efektifitas penampang sesuai SNI 2847:2019.

Elemen Struktur	Modifikasi				
Balok -T Retak	0.35 I_{33}	0.35 I_{22}			
Balok □ Retak	0.70 I_{33}	0.70 I_{22}			
Kolom Retak	0.70 I_{33}	0.70 I_{22}			
Spandrel Retak	0.35 F_{11}	0.35 F_{22}	0.35 M_{11}	0.35 M_{22}	0.35 M_{12}
Dinding Retak	0.35 F_{11}	0.35 F_{22}	0.35 M_{11}	0.35 M_{22}	0.35 M_{12}
Dinding Tidak Retak	0.70 F_{11}	0.70 F_{22}	0.35 M_{11}	0.35 M_{22}	0.35 M_{12}



Contoh Input Faktor Modifikasi Kekakuan Balok dan Kolom

Reduksi kekuatan pada perencanaan struktur beton bertulang (ϕ) mengikuti ketentuan di bawah :

Faktor Reduksi Kekuatan Penampang Beton

Tipe Elemen Struktur	Faktor Reduksi (ϕ)
Lentur Murni	0.90
Beban Aksial dan Beban Aksial dengan Lentur <ul style="list-style-type: none"> • Aksial Tarik dan Aksial Tarik dengan Lentur • Aksial Tekan dan Aksial tekan dengan Lentur • Komponen Struktur dengan Tulangan Spiral • Komponen Struktur Lainnya 	0.90 0.75 0.70 0.65
Geser dan Torsi	0.75

Reduksi kekuatan pada perencanaan struktur baja (ϕ) mengikuti ketentuan di bawah :

Faktor Reduksi Kekuatan Penampang Baja

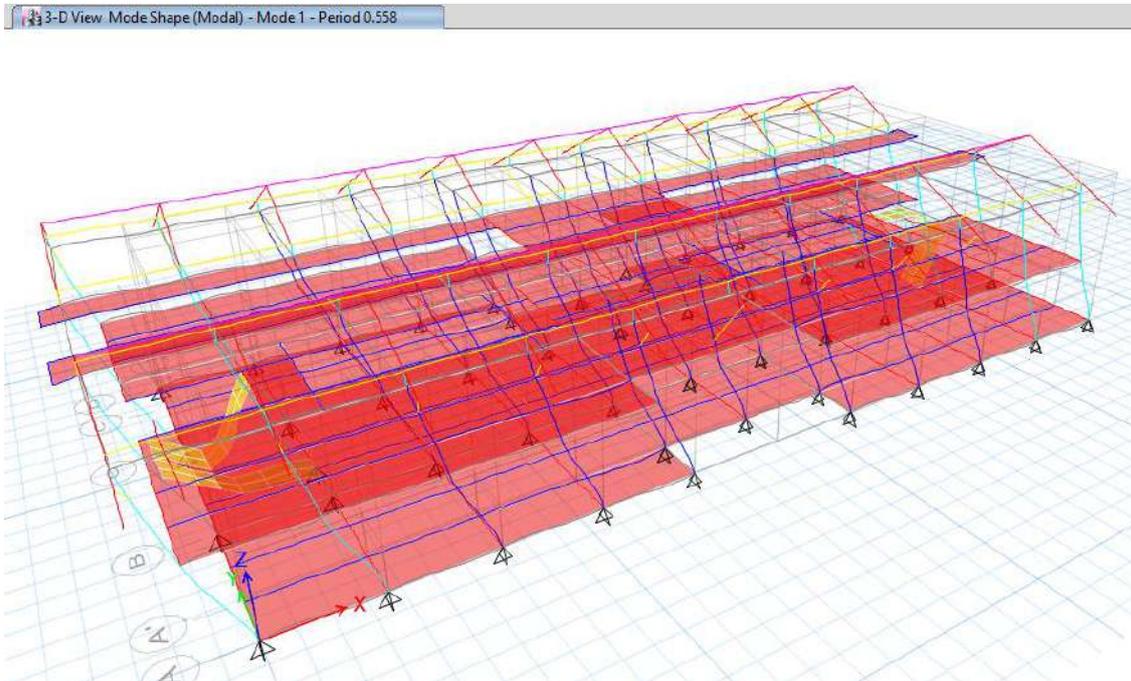
Tipe Elemen Struktur	Faktor Reduksi (ϕ)
Lentur Murni	0.90
Aksial Tekan	0.85
Tarik <ul style="list-style-type: none"> Kuat Tarik Leleh Kuat Tarik Fraktur 	0.90 0.75
Beban Aksial dengan Lentur	0.90
Geser	0.90
Sambungan Baut	0.75
Sambungan Las <ul style="list-style-type: none"> Las Penuh Las Sudut 	0.90 0.75

BAB 3

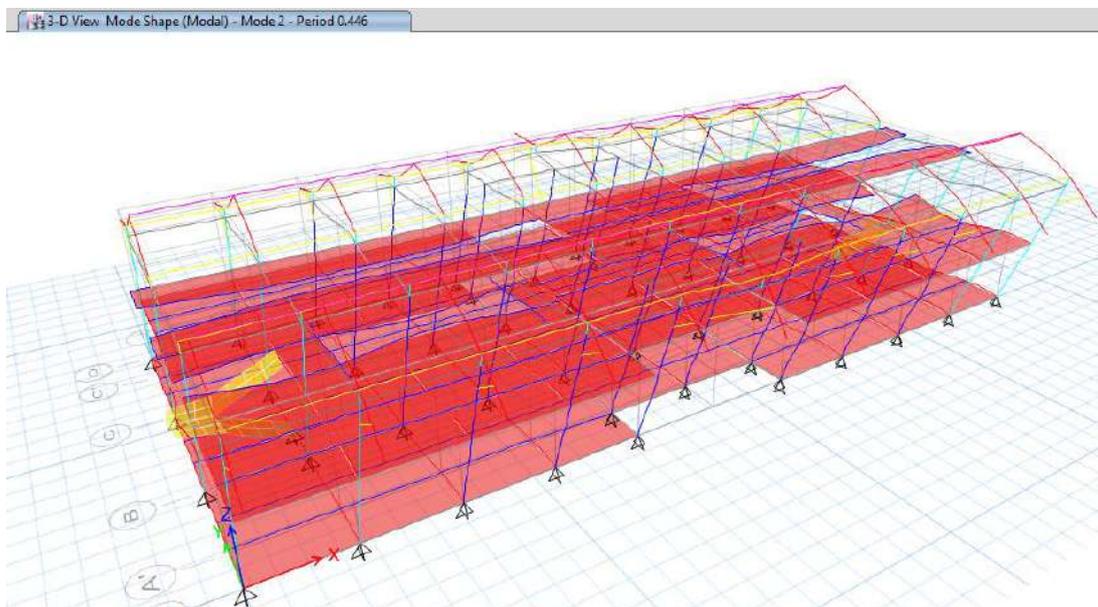
ANALISA STRUKTUR

3.1. Analisa Modal

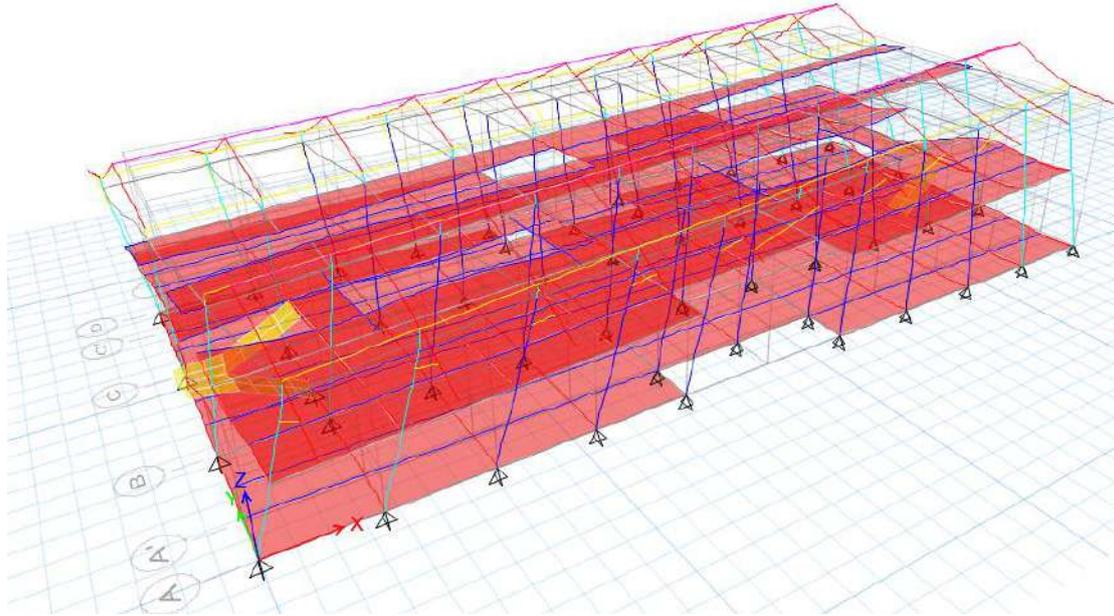
Analisis modal dilakukan untuk mendapatkan pola ragam getar pada struktur bangunan akibat getaran bebas. Hasil pola ragam getar untuk 3 ragam pertama ditampilkan pada gambar-gambar berikut.



Mode 1, Translasi X, Periode 0.558 detik



Mode 2, Translasi Y, Periode 0.446 detik



Mode 3, Rotasi, Periode 0.411 detik

3.2. Simpangan Antar Lantai

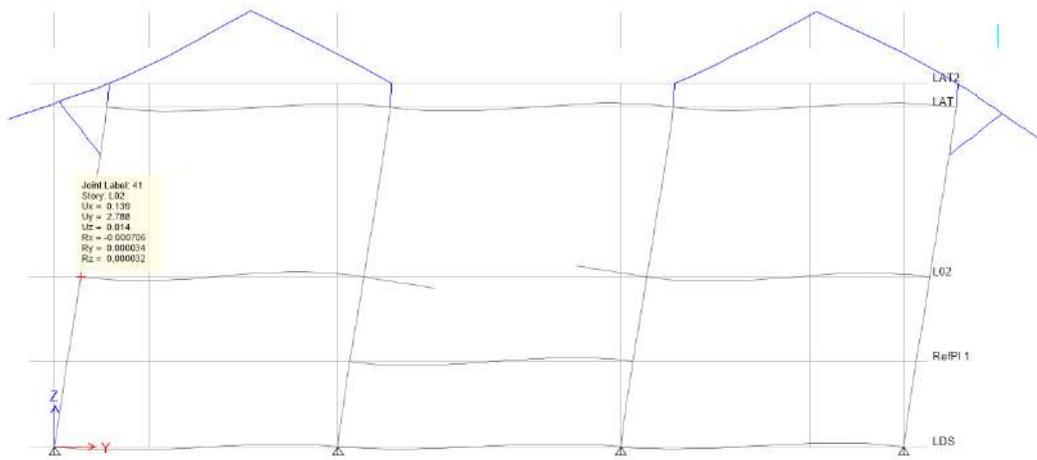
Pada sistem struktur SRPMK, batas simpangan antar lantai yang diijinkan adalah sebesar ($0.02 / \rho$) dari tinggi tingkat dibawah tingkat yang ditinjau. SNI 1726:2019 mensyaratkan untuk sistem struktur SRPMK, simpangan antar lantai harus memperhitungkan pengaruh inelastik dari defleksi struktur akibat gempa kuat yang mungkin terjadi, sehingga perhitungan defleksi pada pusat massa di masing-masing tingkat harus diperbesar dengan faktor $C_d = 5.50$. Batas simpangan ijin = $0.02 / 1.30 = 0.0154$ ($\rho = 1.30$). Hasil perhitungan rasio simpangan antar lantai adalah sebagai berikut:

Pemeriksaan Rasio Simpangan Antar Lantai (Gempa X)

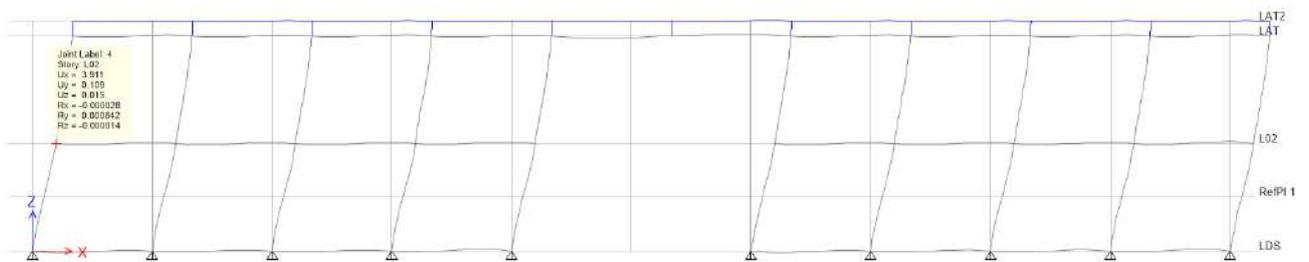
Lantai	Tinggi (mm)	Story displ. (mm)	Story drift (mm)	Story-drift ratio	Story-drift ratio * C_d/I_e	Limit $0.02 / \rho$	Remarks
LAT	3600	6.65	2.74	0.00076	0.0042	0.0154	OK
L02	3600	3.91	3.91	0.0011	0.0060	0.0154	OK

Pemeriksaan Rasio Simpangan Antar Lantai (Gempa Y)

Lantai	Tinggi (mm)	Story displ. (mm)	Story drift (mm)	Story-drift ratio	Story-drift ratio * C_d/I_e	Limit $0.02 / \rho$	Remarks
LAT	3600	5.57	2.78	0.00077	0.0043	0.0154	OK
L02	3600	2.79	2.79	0.00075	0.0043	0.0154	OK



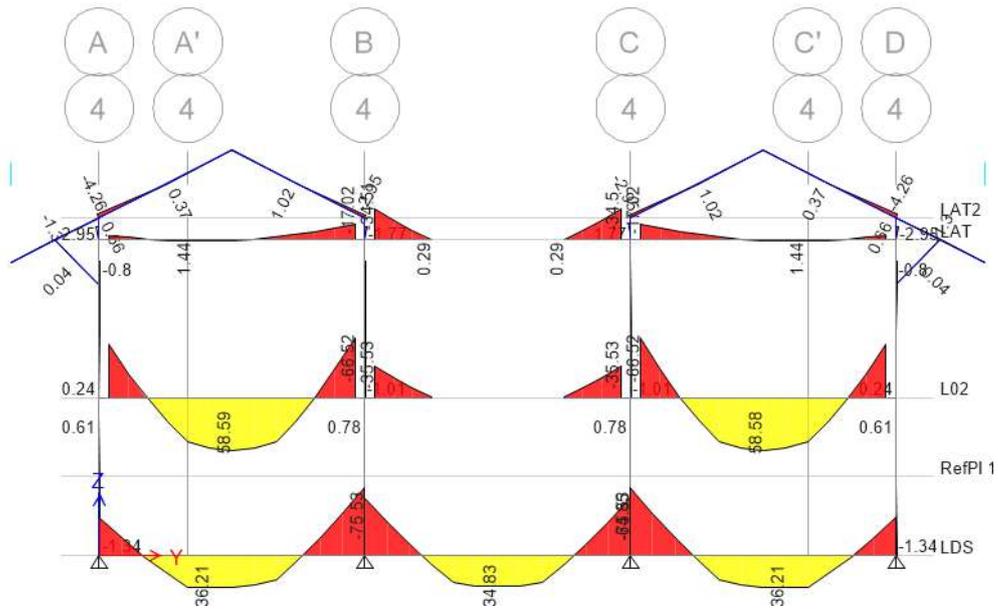
Defleksi Elastis Portal Melintang akibat Beban Gempa, satuan mm



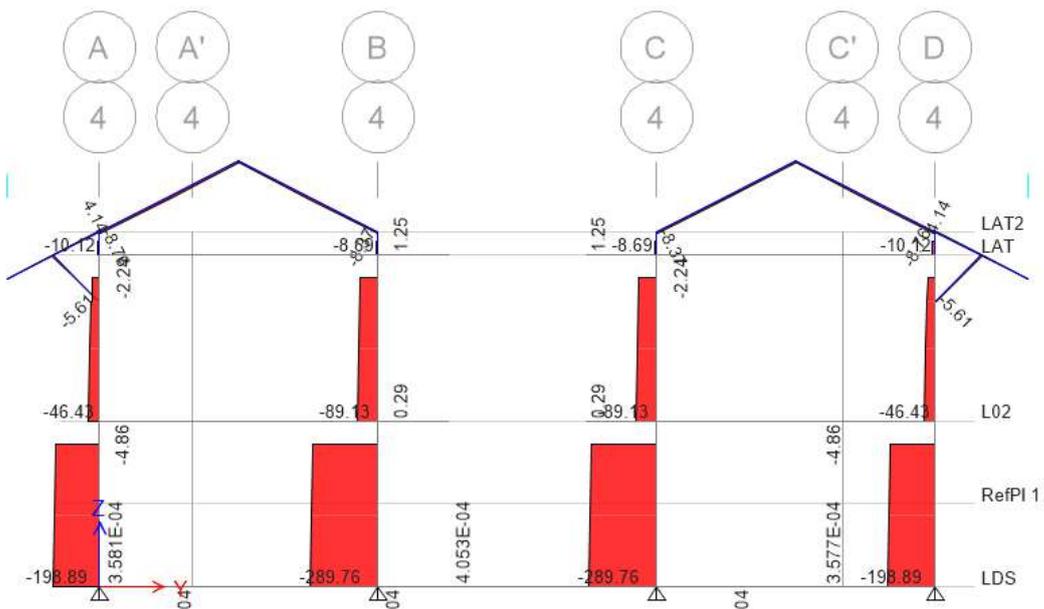
Defleksi Elastis Portal Memanjang akibat Beban Gempa, satuan mm

3.3. Output Gaya Dalam

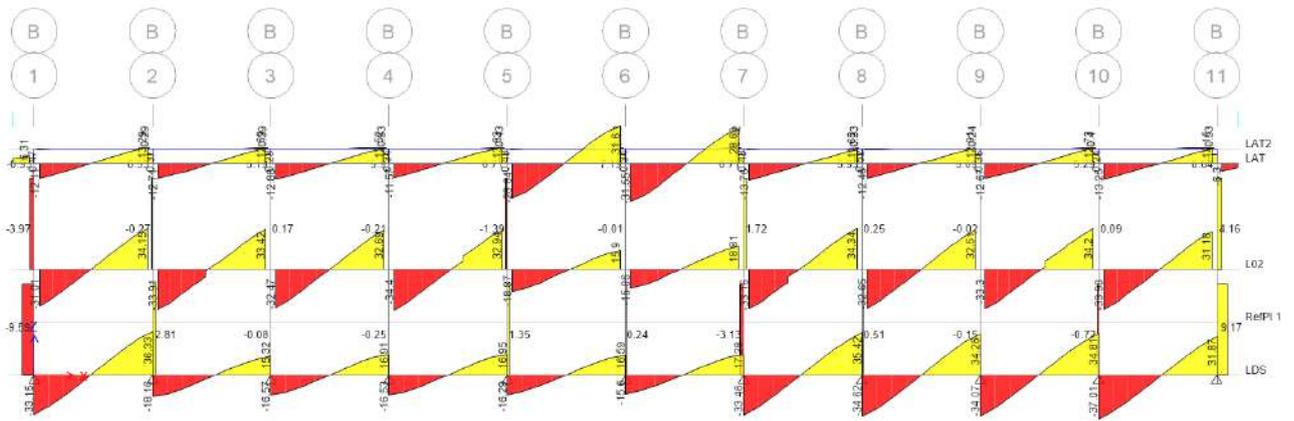
Contoh output gaya dalam pada struktur diperlihatkan pada gambar-gambar berikut ini.



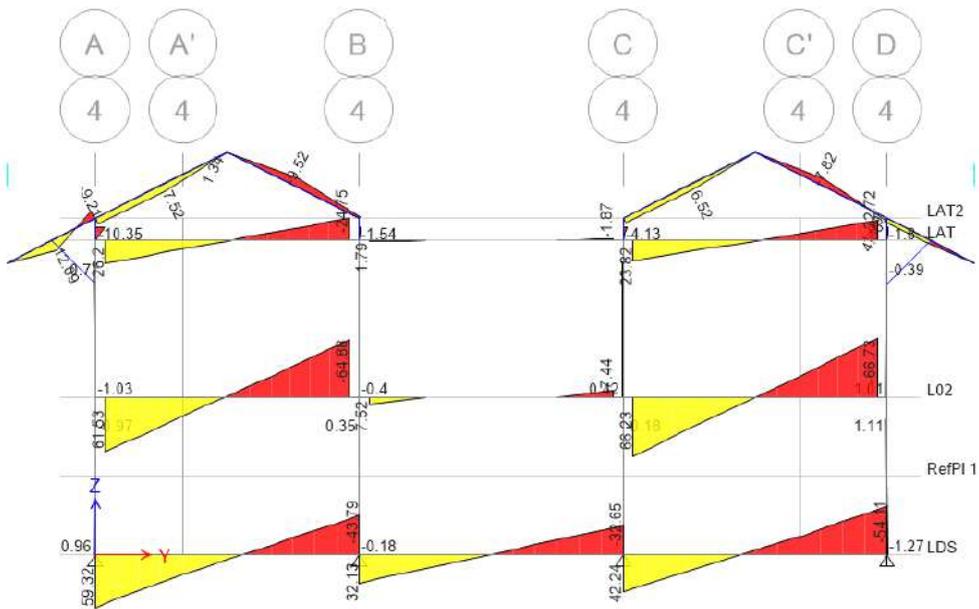
Gaya Dalam Momen Portal Melintang Akibat Beban Mati (kNm)



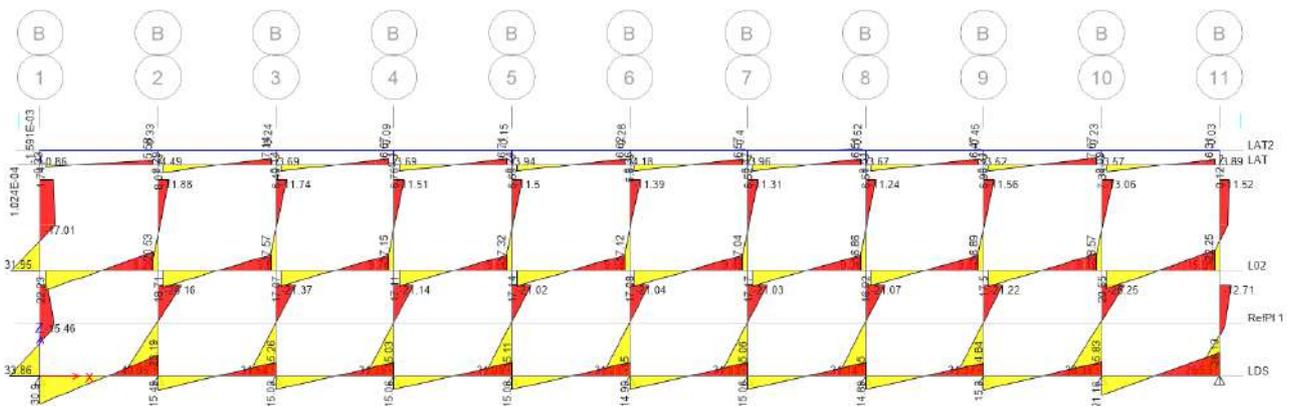
Gaya Dalam Normal Portal Melintang Akibat Beban Mati (kN)



Gaya Dalam Lintang Portal Memanjang Akibat Beban Mati (kN)



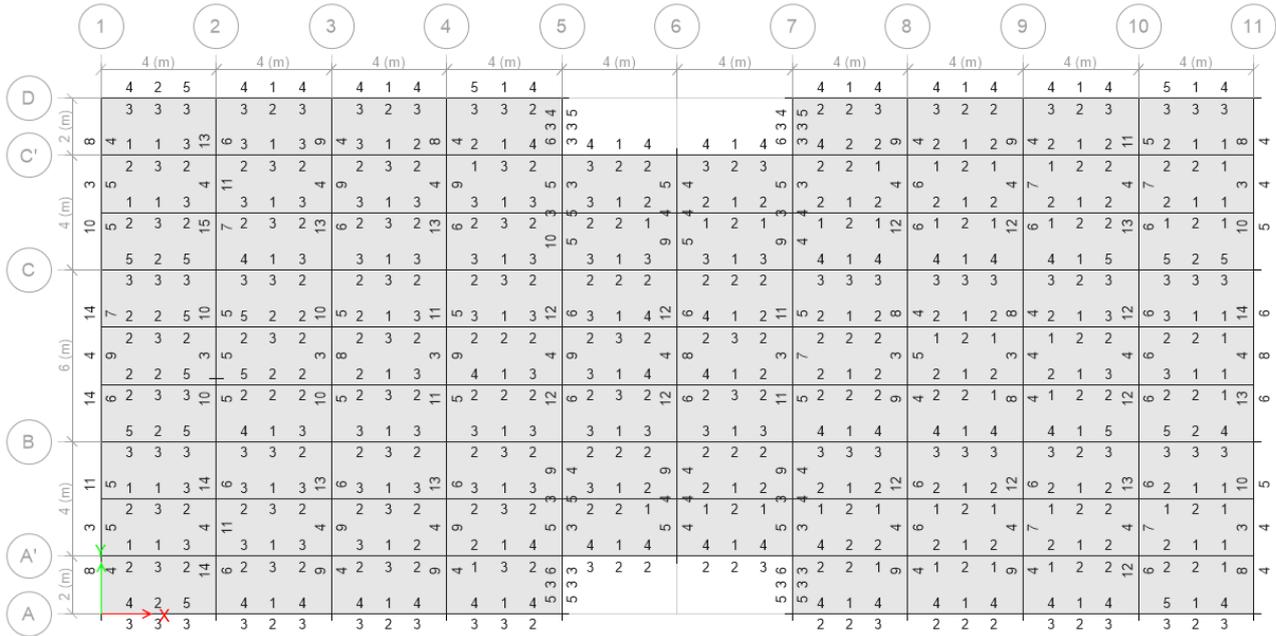
Gaya Dalam Momen Portal Melintang Akibat Beban Angin (kNm)



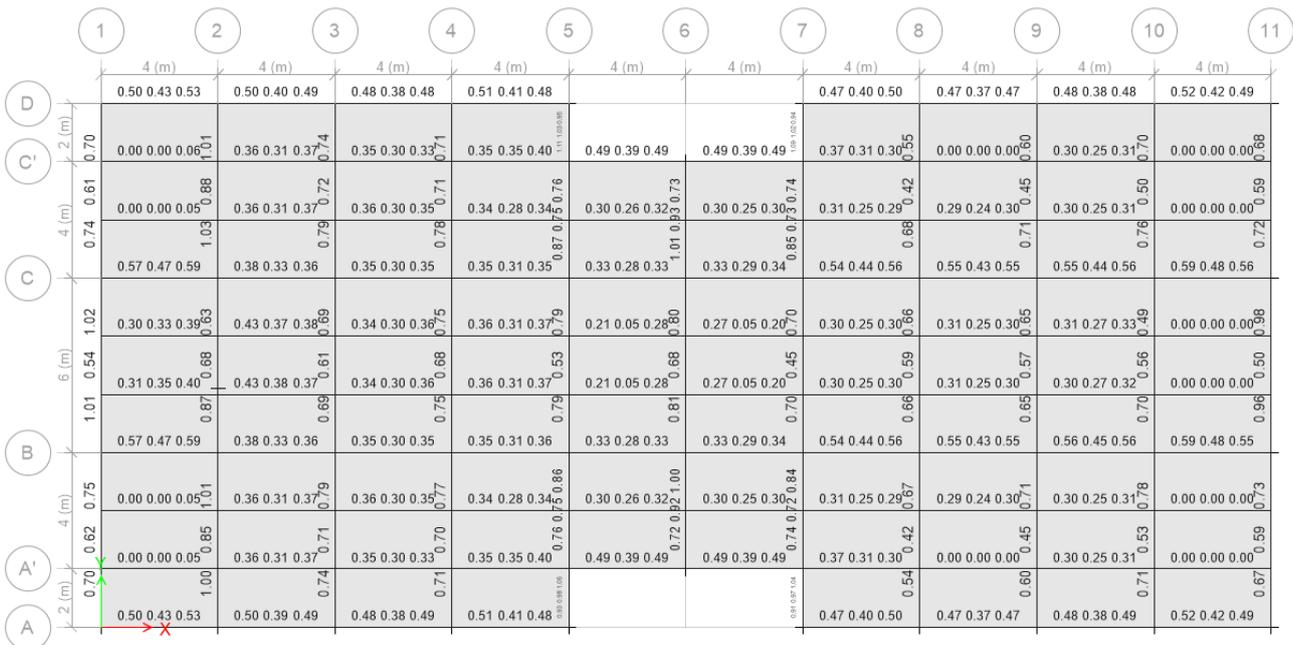
Gaya Dalam Momen Portal Memanjang Akibat Beban Angin (kNm)

3.4. Penulangan Balok

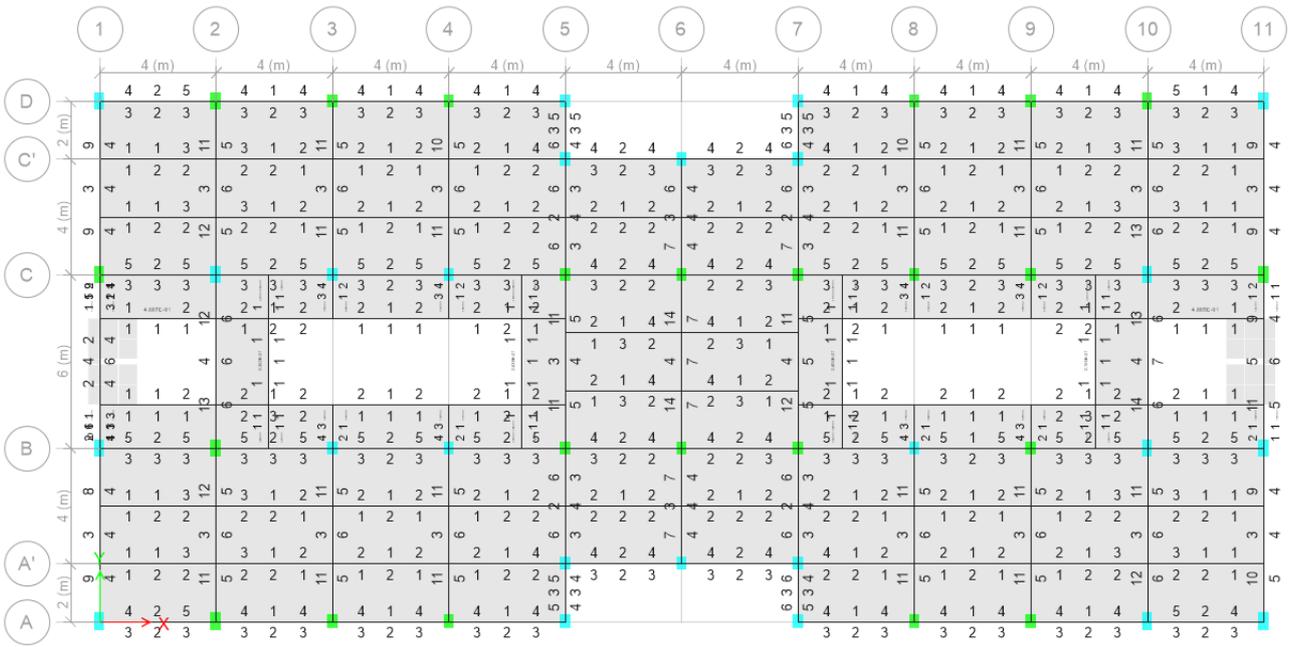
Salah satu hasil dari analisa struktur adalah penulangan balok yang diperoleh dari beberapa kombinasi pembebanan. Besarnya luas tulangan lentur dan geser yang diperlukan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



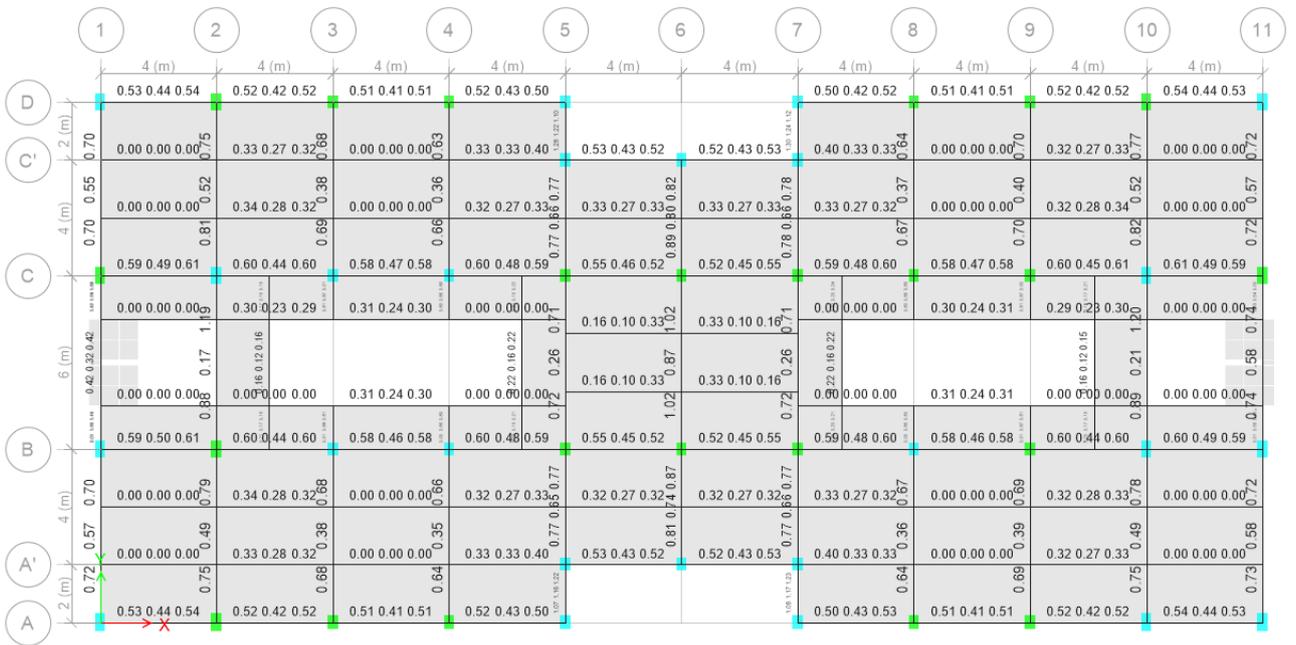
Tulangan Lentur (cm²) Balok Lantai 1



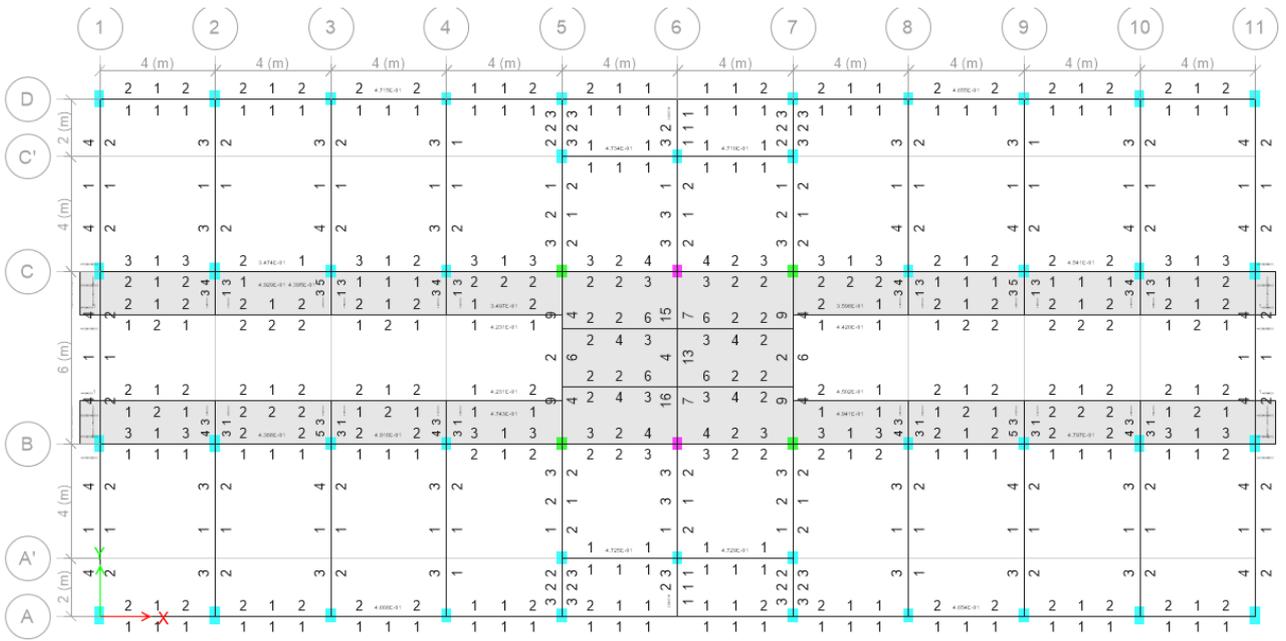
Tulangan Geser (mm²/mm) Balok Lantai 1



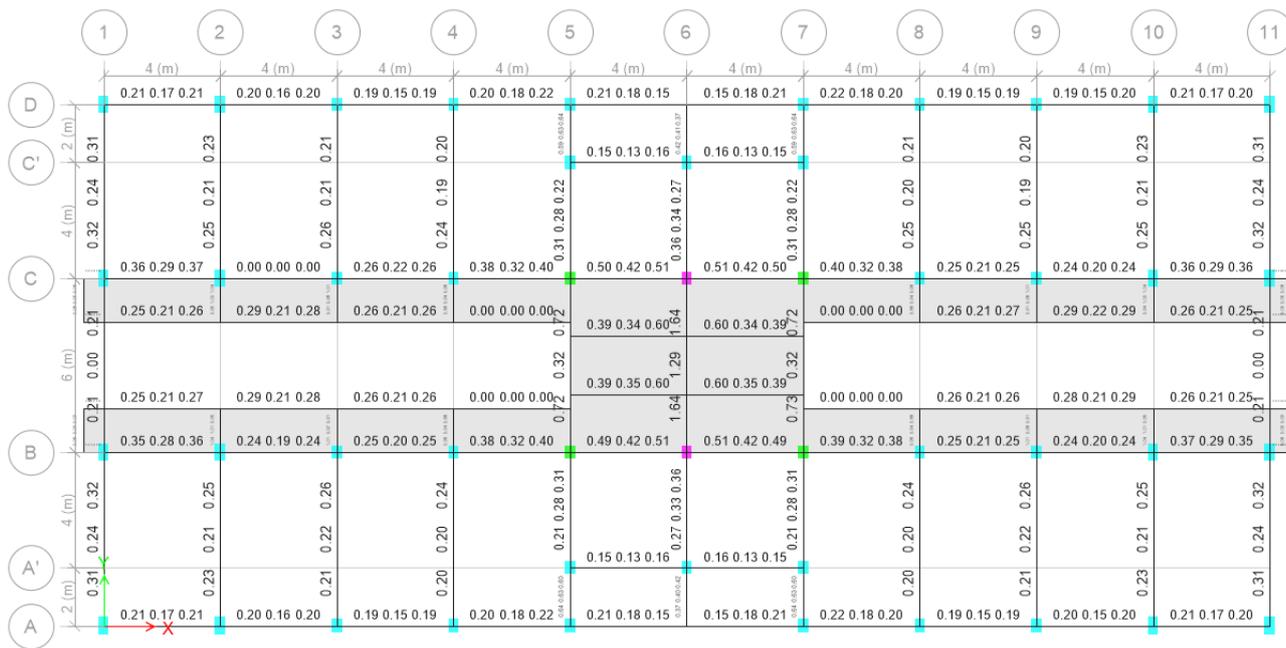
Tulangan Lentur (cm²) Balok Lantai 2



Tulangan Geser (mm²/mm) Balok Lantai 2



Tulangan Lentur (cm²) Balok Lantai Dak Atap



Tulangan Geser (mm²/mm) Balok Lantai Dak Atap

Beam Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (mm)	LLRF	Type
L02	B59	112	B3050	CWY1	5700	6000	0.982	Sway Special

Section Properties

b (mm)	h (mm)	b _f (mm)	d _s (mm)	d _{st} (mm)	d _{cb} (mm)
300	500	300	0	60	60

Material Properties

E _c (MPa)	f' _c (MPa)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f _y (MPa)	f _{ys} (MPa)
23500	25	1	420	420

Design Code Parameters

Φ _T	Φ _{CTied}	Φ _{CSpiral}	Φ _{Vns}	Φ _{Vs}	Φ _{Vjoint}
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Design Moment and Flexural Reinforcement for Moment, M_{u3}

	Design -Moment kN-m	Design +Moment kN-m	-Moment Rebar cm ²	+Moment Rebar cm ²	Minimum Rebar cm ²	Required Rebar cm ²
Top (+2 Axis)	-185.95		12	0	4	12
Bottom (-2 Axis)		92.98	0	5	4	5

Shear Force and Reinforcement for Shear, V_{u2}

Shear V _{u2} kN	Shear ΦV _c kN	Shear ΦV _s kN	Shear V _p kN	Rebar A _v /S mm ² /mm
148.2	82.2	66	66.21	0.48

Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T_u

Φ*T _u kN-m	T _{th} kN-m	T _{cr} kN-m	Area A _o cm ²	Perimeter, p _h mm	Rebar A _t /s mm ² /mm	Rebar A _t cm ²
0.27	4.81	19.24	737.7	1244.4	0	0

Contoh Analisa Balok 300x500 As 2/A-B Lantai 2

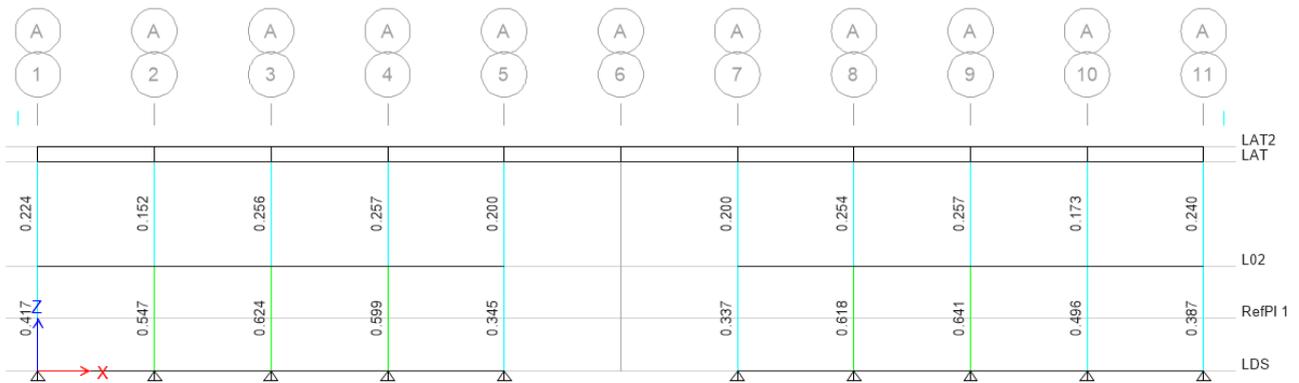
Kombinasi Beban Angin

1.2 DL + 1.0 LL + 0.5 LLr + 1.0 Wy

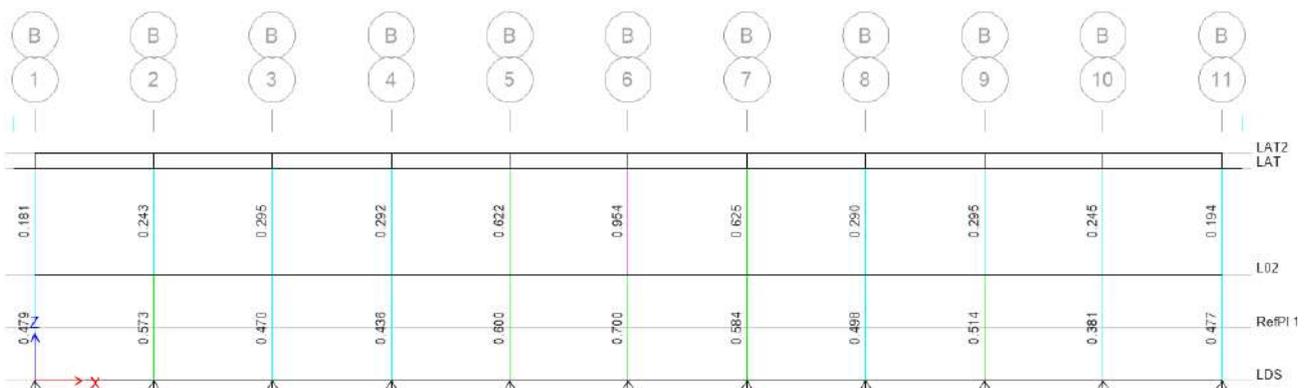
3.5. Stress Ratio Kolom Beton

Stress Ratio adalah rasio / perbandingan antara tegangan yang terjadi akibat kombinasi pembebanan dengan tegangan kapasitas dari kolom yang bersangkutan. Nilai dari stress ratio di bawah 1 berarti kapasitas kolom tidak terlampaui oleh tegangan akibat kombinasi pembebanan.

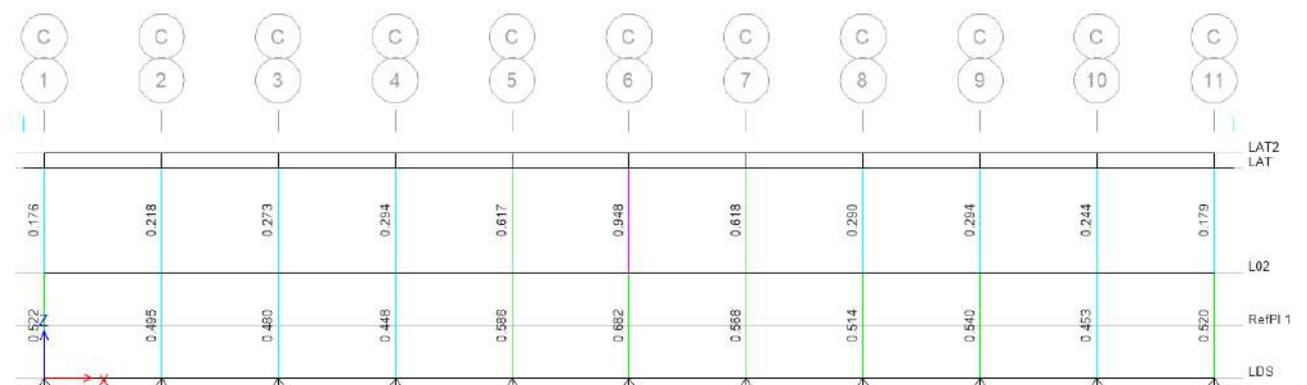
Pada gambar di bawah ini dapat dilihat nilai dari stress ratio kolom beton.



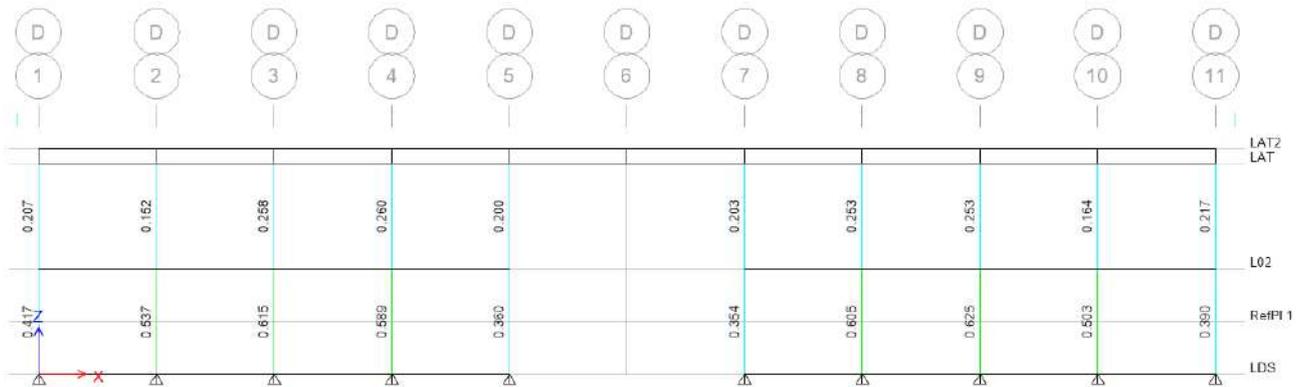
Stress Ratio Kolom Beton Portal as A



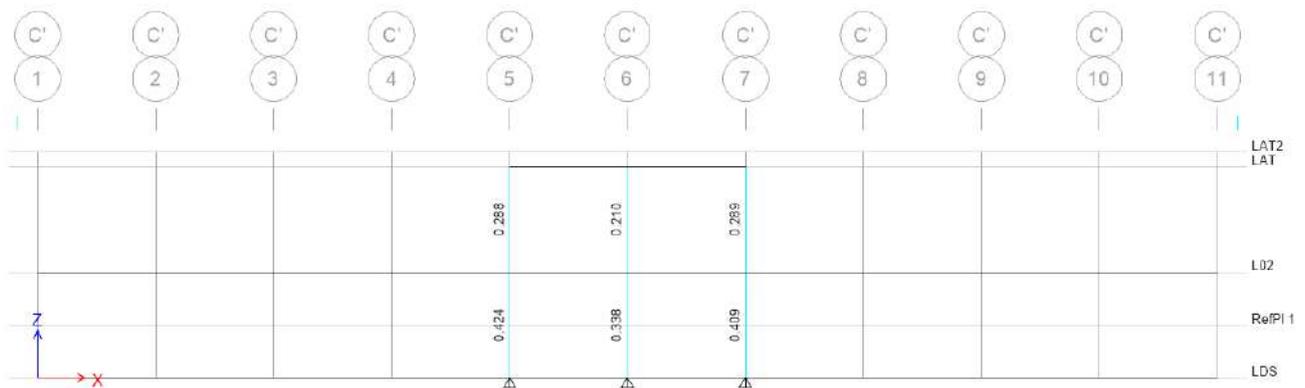
Stress Ratio Kolom Beton Portal as B



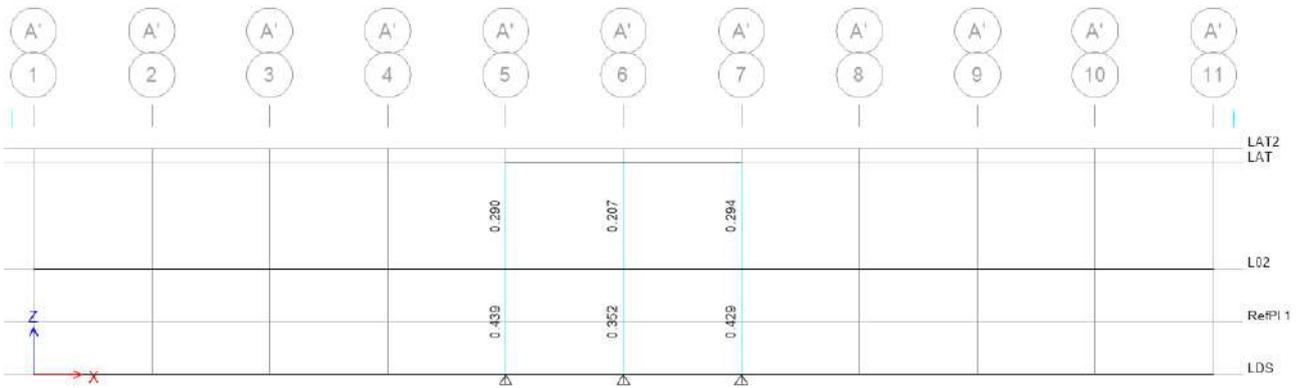
Stress Ratio Kolom Beton Portal as C



Stress Ratio Kolom Beton Portal as D



Stress Ratio Kolom Beton Portal as C'



Stress Ratio Kolom Beton Portal as A'

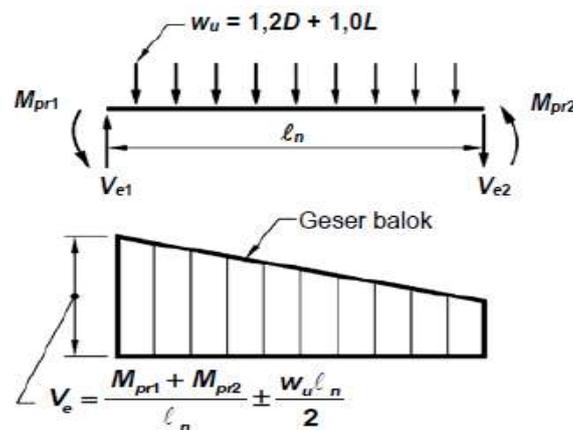
Perencanaan kekuatan elemen struktur portal penahan beban gempa harus memperhatikan konsep Strong Column Weak Beam (SCWB) dan konsep Capacity Design.

Komponen Struktur Lentur (BALOK) pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Kuat Geser Balok

Gaya geser rencana V_e ditentukan dari peninjauan gaya statis antara dua muka tumpuan. M_{pr} dianggap bekerja pada muka-muka tumpuan dan komponen tersebut dibebani beban gravitasi terfaktor sepanjang bentangnya.

Gaya aksial tekan terfaktor termasuk pengaruh gempa $< A_g f'_c / 20$.



dimana :

M_{pr} : kuat momen lentur mungkin dari suatu komponen struktur dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan sifat-sifat komponen struktur pada muka joint dengan menganggap kuat tarik pada tulangan longitudinal minimum $1.25 f_y$ dan faktor reduksi $\phi = 1.00$

V_e : gaya geser rencana

f_y : kuat leleh yang disyaratkan

Arah gaya geser V_e tergantung pada besar relatif beban gravitasi yang dihasilkan oleh momen-momen ujung. Momen-momen M_{pr} ujung didasarkan pada tegangan tarik $1.25 f_y$. Kedua momen ujung diperhitungkan untuk kedua arah, yaitu searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam.

Tulangan Lentur Balok

Pada setiap irisan penampang balok, jumlah tulangan atas dan bawah adalah :

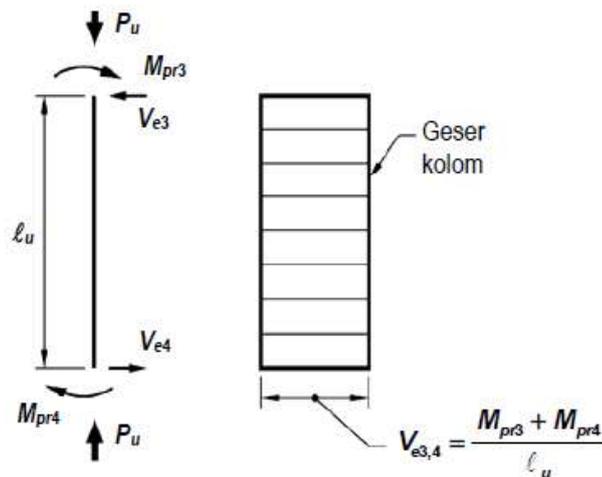
$$A_{smin} = \frac{1.4}{f_y} b_w d$$

$$A_{smin} = \frac{\sqrt{f_c}}{4f_y} b_w d$$

Rasio tulangan $\rho_{maks} \leq 0.025$

Komponen Struktur yang menerima kombinasi Lentur dan beban Aksial (Kolom) pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Kuat Geser Kolom



Momen-momen ujung M_{pr} untuk kolom tidak perlu lebih besar dari momen yang dihasilkan oleh M_{pr} balok pada hubungan balok kolom. V_e tidak boleh lebih kecil dari hasil perhitungan analisis struktur.

Rasio volumetrik tulangan spiral atau sengkang cincin harus memenuhi syarat :

$$\rho_s \geq 0,12 f'_c / f_{yh}$$

$$\rho_s \geq 0,45 [(A_g / A_c) - 1] (f'_c / f_y)$$

Luas total penampang sengkang tertutup persegi harus memenuhi syarat :

$$A_{sh} \geq 0,09 (s h_c f'_c / f_{yh})$$

$$A_{sh} \geq 0,3 (s h_c f'_c / f_{yh}) [(A_g / A_{ch}) - 1]$$

Tulangan Lentur Kolom

Kuat lentur setiap kolom yang menerima beban aksial tekan terfaktor $> A_g f'_c / 10$ harus memenuhi :

$$\sum M_{nc} \geq (6/5) \sum M_{nb}$$

dimana :

ΣM_{nc} : jumlah momen pada muka joint, yang berhubungan dengan kuat lentur nominal kolom yang merangka pada joint tersebut, yang dihitung untuk beban aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau yang menghasilkan kuat lentur terkecil.

ΣM_{nb} : jumlah momen pada muka joint, yang berhubungan dengan kuat lentur nominal balok yang merangka pada joint tersebut.

f_{yh} : kuat leleh tulangan transversal yang disyaratkan.

h_c : dimensi penampang inti kolom diukur dari sumbu ke sumbu tulangan pengekang.

s : spasi tulangan transversal diukur sepanjang sumbu longitudinal komponen struktur.

A_g : luas penampang bruto.

A_{ch} : luas penampang komponen struktur dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal.

A_{sh} : luas penampang total tulangan transversal (termasuk sengkang pengikat) dalam rentang spasi s dan tegak lurus terhadap dimensi h_c .

ρ_g : rasio luas tulangan total terhadap luas penampang beton.

Untuk tulangan longitudinal kolom, rasio penulangan :

$$0,01 \leq \rho_g \leq 0.06$$

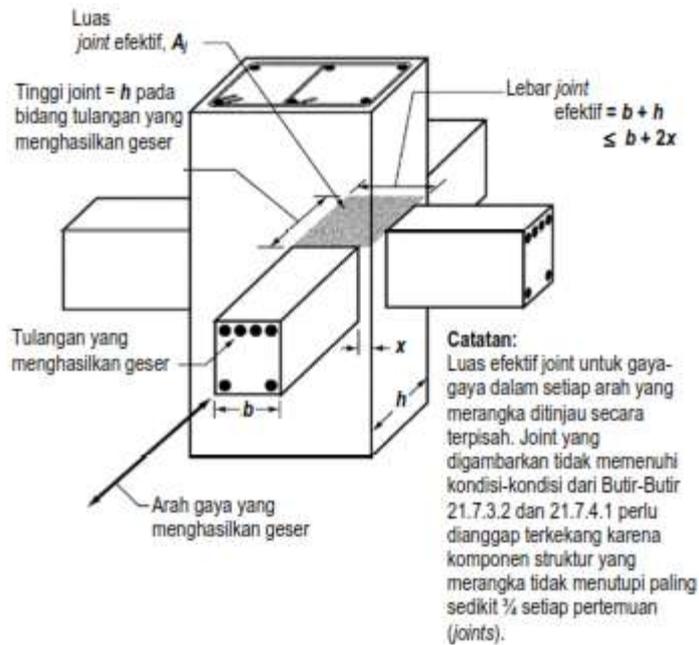
Hubungan Balok Kolom pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Gaya-gaya pada tulangan longitudinal balok di muka hubungan balok kolom ditentukan dengan menganggap tegangan pada tulangan tarik lentur = $1.25 f_y$.

Kuat Geser Join

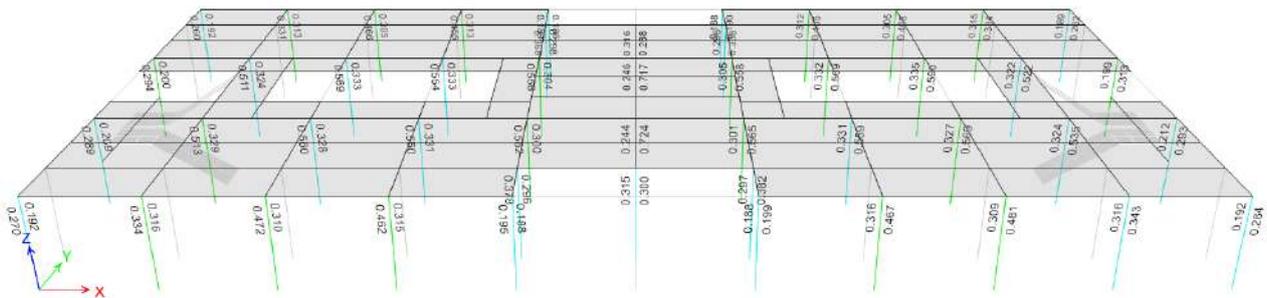
Kuat geser nominal hubungan balok-kolom tidak boleh lebih besar dari ketentuan berikut ini untuk beton berat normal :

- Untuk hubungan balok kolom yang terkekang pada keempat sisinya : **$1.7 (f'c^{0.5}) A_j$**
- Untuk hubungan balok kolom yang terkekang pada ketiga atau dua sisi yang berlawanan :
 $1.25 (f'c^{0.5}) A_j$
- Untuk hubungan lainnya : **$1.0 (f'c^{0.5}) A_j$**



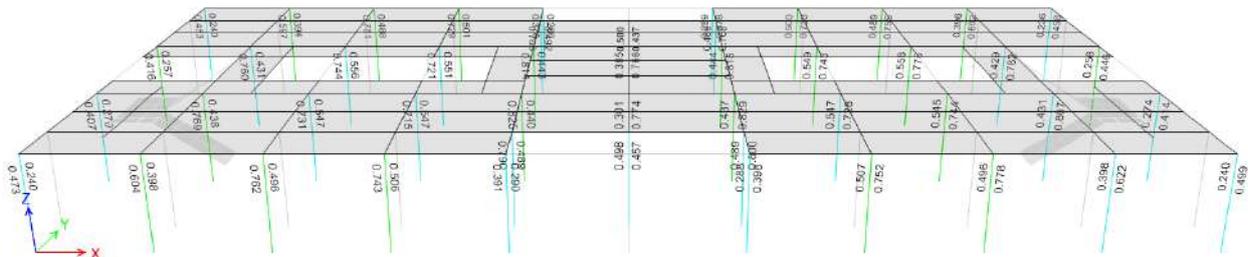
Contoh Pemeriksaan SCWB dan Geser Joint pada Hubungan Balok-Kolom Lantai 2 ditunjukkan pada gambar-gambar berikut.

3-D View of L02 (6/5) Beam/Column Capacity Ratios (ACI 318-14)



Rasio 6/5 Beam/Column Capacity Ratio

3-D View of L02 Joint Shear Capacity Ratios (ACI 318-14)



Rasio Kuat Geser Joint

Column Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (mm)	LLRF	Type
L02	C6	6	K3A6	COMB3-1	3100	3600	0.686	Sway Special

Section Properties

b (mm)	h (mm)	dc (mm)	Cover (Torsion) (mm)
600	350	62.5	27.3

Material Properties

E_c (MPa)	f'_c (MPa)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (MPa)	f_{ys} (MPa)
23500	25	1	420	420

Design Code Parameters

Φ_T	Φ_{CTied}	$\Phi_{CSpiral}$	Φ_{Vns}	Φ_{Vs}	Φ_{Vjoint}	Ω_0
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u kN	Design M_{u2} kN-m	Design M_{u3} kN-m	Minimum M_2 kN-m	Minimum M_3 kN-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
483.58	-39.62	-40.82	16.07	12.45	1.62	0.288

Axial Force and Biaxial Moment Factors

	C_m Factor Unitless	δ_{ns} Factor Unitless	δ_s Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length mm
Major Bend(M3)	0.30893	1	1	1	3100
Minor Bend(M2)	0.44017	1	1	1	3100

Shear Design for V_{u2} , V_{u3}

	Shear V_u kN	Shear ΦV_c kN	Shear ΦV_s kN	Shear ΦV_p kN	Rebar A_v / s mm ² /mm
Major, V_{u2}	37.73	125.39	0	37.73	0
Minor, V_{u3}	105.38	136.73	48.64	105.38	0.29

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Force kN	Shear $V_{u,Top}$ kN	Shear $V_{u,Bot}$ kN	Shear ΦV_c kN	Joint Area cm ²	Shear Ratio Unitless
Major Shear, V_{u2}	0	37.73	389.47	889.3	2100	0.438
Minor Shear, V_{u3}	0	105.38	854.91	1111.63	2100	0.769

(6/5) Beam/Column Capacity Ratio

Major Ratio	Minor Ratio
0.306	0.485

Contoh Analisa Kolom Beton 350x600 As 2/B Lantai 1

Kombinasi Beban Gempa

(1.2 + 0.2Sds) DL + 0.5 LL + 1.3 Ex + 0.39 Ey

Perhitungan tulangan transversal ditunjukkan sebagai berikut:

DETAIL KOLOM

TYPE	DIMENSI		TYPE	DIMENSI	
K36	350 X 600		K34	350 X 450	
DARI TOP PC S/D +7.200			DARI TOP PC S/D +7.200		
Posisi			Tumpuan		
TUL. POKOK	14-D19		TUL. POKOK	12-D19	
TUL. SENKANG	D13-100	D13-100	TUL. SENKANG	D13-100	D13-100
TUL. TIES	D13-100	D13-100	TUL. TIES	D13-100	D13-100

TULANGAN TRANSVERSAL KOLOM

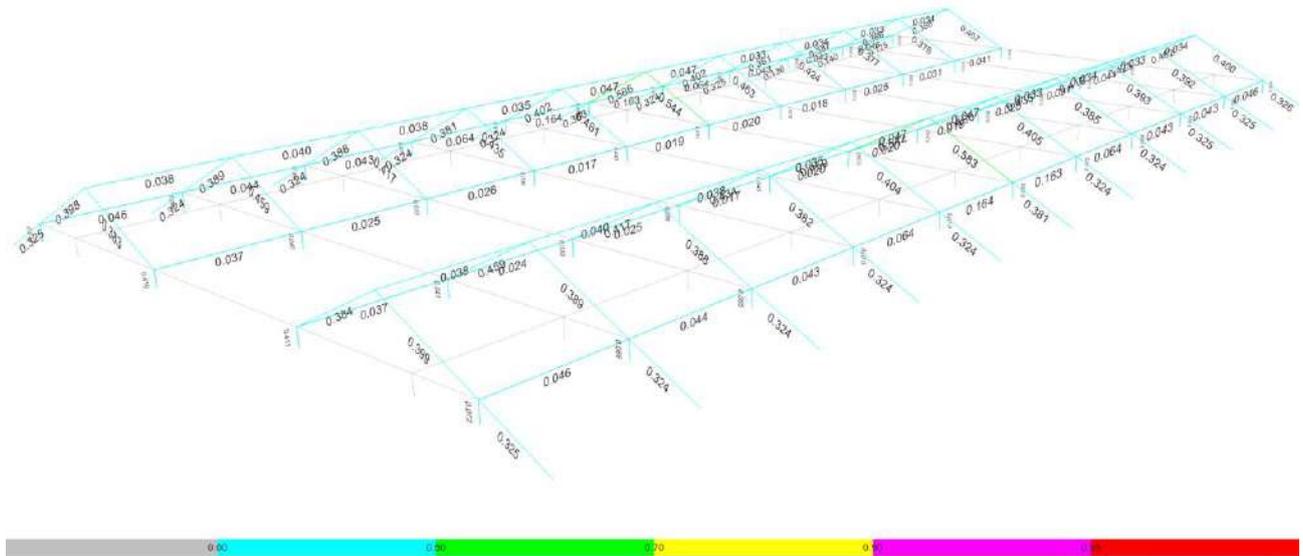
Fyh = 420 MPa Ds 13 mm
 Jarak vertikal (s) = 100 mm Sel.Btn 40 mm

Tipe Kolom	Dimensi Kolom (mm)		F'c (Mpa)	bcx (mm)	bcy (mm)	Ag (mm ²)	Ach (mm ²)	Ash-x (mm ²)		Ash-y (mm ²)		No of Bars	
	Hx	Hy						Ash1	Ash2	Ash1	Ash2	X	Y
K36	350	600	25	270	520	210000	140400	239.01	144.64	460.32	278.57	2	4
K34	350	450	25	270	370	157500	99900	277.99	144.64	380.95	198.21	3	3

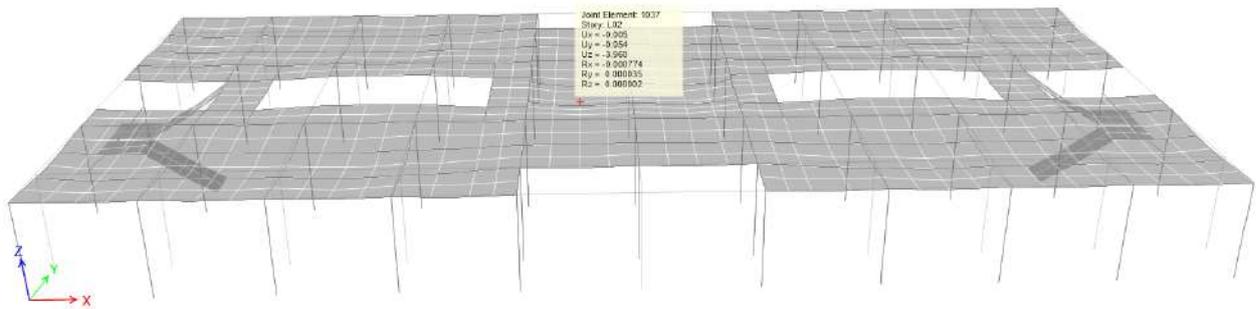
3.6. Stress Ratio Kolom dan Balok Baja Atap

Stress Ratio adalah rasio / perbandingan antara tegangan yang terjadi akibat kombinasi pembebanan dengan tegangan kapasitas dari balok atau kolom yang bersangkutan. Nilai dari stress ratio di bawah 1 berarti kapasitas balok atau kolom tidak terlampaui oleh tegangan akibat kombinasi pembebanan.

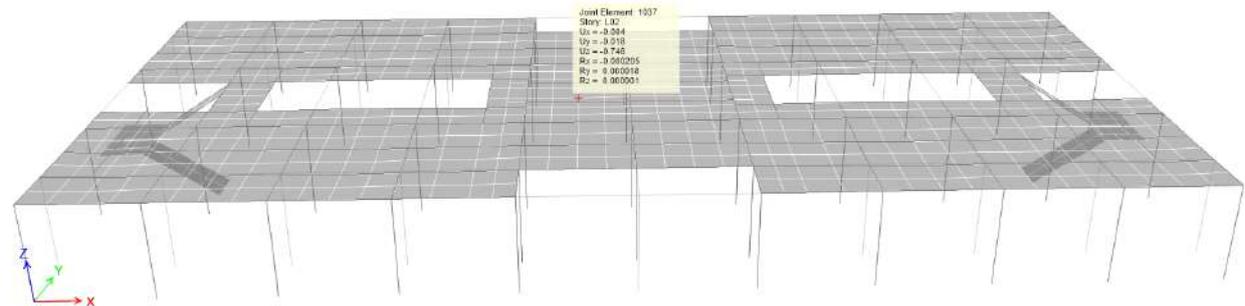
Pada gambar di bawah ini dapat dilihat nilai dari stress ratio kolom dan balok baja.



Nilai Stress Ratio Kolom dan Balok Baja Atap



Lendutan Elastis Akibat Beban Tetap, DL + SDL, $\delta = 3.96\text{mm}$



Lendutan Elastis Seketika Akibat Beban Hidup, LL, $\delta = 0.75\text{mm}$

Tabel 24.2.2 – Perhitungan lendutan izin maksimum

Jenis komponen struktur	Kondisi		Lendutan yang diperhitungkan	Batas lendutan
Atap datar	Tidak memikul atau tidak disatukan dengan elemen-elemen nonstruktural yang mungkin akan rusak akibat lendutan yang besar		Lendutan seketika akibat L_r dan R maksimum	$l/180^{[1]}$
Lantai			Lendutan seketika akibat L	$l/360$
Atap atau lantai	Memikul atau disatukan dengan elemen-elemen nonstruktural	Mungkin akan rusak akibat lendutan yang besar	Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan elemen nonstruktural, yaitu jumlah dari lendutan jangka panjang akibat semua beban tetap dan lendutan seketika akibat penambahan beban hidup ^[2]	$l/480^{[3]}$
		Tidak akan rusak akibat lendutan yang besar		$l/240^{[4]}$

Faktor pengali lendutan jangka panjang:

$$\lambda_{\Delta} = \xi / (1+50 \rho')$$

$$\lambda_{\Delta} = 2 / (1+50 (0.0033))$$

$$\lambda_{\Delta} = 1.72$$

Lendutan total = Lendutan jangka panjang akibat (DL + SDL) + Lendutan LL

$$= 1.72 (3.96) + 0.75$$

$$= 7.56 \text{ mm} < L / 240 = 8.33 \text{ mm}$$

Pelat tangga menggunakan tebal 150mm dengan tulangan utama D13-100 2 lapis. Perhitungan penulangan plat tangga ditunjukkan sebagai berikut.

PERHITUNGAN PELAT TANGGA BETON (DORMITORY)

Material:

$$\begin{aligned} f_c &= 25 \text{ MPa} \\ f_y &= 420 \text{ MPa} \\ E_s &= 200000 \text{ MPa} \\ E_c &= 23500 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dimensi yang digunakan:

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat } (h) &= 150 \text{ mm} \\ \text{Bentang } (\ell) &= 4.5 \text{ m} \\ \text{Lebar pelat } (b) &= 1 \text{ m} \\ \text{Selimut beton } (d_s) &= 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

Beban yang bekerja:

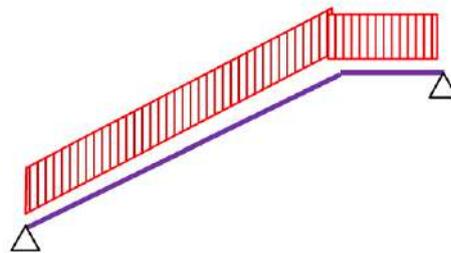
$$\begin{aligned} D &= 3.6 \text{ kN/m} \\ SD &= 3.7 \text{ kN/m} \\ L &= 4.8 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kombinasi pembebanan:

$$\begin{aligned} q_u &= 1.2 (D + SD) + 1.6 L \\ &= 16.44 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Gaya-gaya dalam:

$$\begin{aligned} M_u &= 1/8 q_u \ell^2 \\ &= 41.6138 \text{ kN.m} \\ V_u &= (1.0 q_u \ell) / 2 \\ &= 36.99 \text{ kN} \end{aligned}$$



Syarat batasan tulangan:

$$\begin{aligned} \rho_{min} &= 0.0018 \\ \rho_b &= 0.0253 \\ \rho_{max} &= 0.0190 \end{aligned}$$

Lokasi	Tulangan	A_s (mm ² /m)			A_s digunakan (mm ² /m)
		$A_{s,tulangan}$	$A_{s,min}$	$A_{s,max}$	
Atas	D 13 - 100	1327.323	213.3	2248.326	1327.323
Bawah	D 13 - 100	1327.323	213.3	2248.326	1327.323
Susut	D 10 - 200	392.699	213.3	2248.326	392.699

Cek Kapasitas Momen:

$$\begin{aligned} \phi &= 0.9 \text{ (untuk momen)} \\ \text{Tinggi efektif pelat } (d) & \\ d &= 118.5 \text{ mm} \\ a &= A_s f_y / 0.85 f_c b \\ &= 26.234 \text{ mm} \\ \phi M_n &= \phi A_s f_y (d - a/2) \\ &= 52.87 \text{ kN.m} \\ M_u / \phi M_n &= 0.787 < 1 \text{ OK} \end{aligned}$$

Cek Kapasitas Geser:

$$\begin{aligned} \phi &= 0.75 \text{ (untuk geser)} \\ \phi V_c &= \phi 1/6 \sqrt{f_c} b d \\ &= 74.0625 \text{ kN} \\ V_u / \phi V_c &= 0.4994 < 1 \text{ OK} \end{aligned}$$

3.8. Perencanaan Gording

Gording atap direncanakan dari profil Lip-Channel CNP 125x50x20x3.2mm yang dipasang pada jarak max 1.00 meter. Perhitungan gording ditunjukkan sebagai berikut.

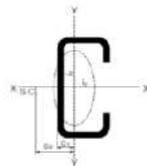
Perhitungan Gording (Purlin) - ASD Bangunan Dormitory Fiji

Revision : **RO**

Date : 18/12/23

PROPERTI STRUKTUR

Panjang Rafter	6.000 m
Jarak gording	1.20 m
Sudut atap (α)	27.00 °
Bentang gording	4.00 m
Trekstang	1.00 bh
Jarak trekstang	2.00 m
Profil gording	CNP 125X50X20X3.2
Wx	29.00 cm ³
Wy	8.02 cm ³
Ix	181.00 cm ⁴
Iy	27.00 cm ⁴
Qbs	6.13 kg/m



DEAD LOAD

Penutup atap	10.00 kg/m ²
ME / Plafond	5.00 kg/m ²
Solarpanel	0.00 kg/m ²

LIVE LOAD

Beban hidup	100.00 kg/m ²
Beban hujan	20.00 kg/m ²
Beban terpusat	135.00 kg

TEMPORARY LOAD

Beban Angin	400.00 kg/m ²
Koefisien Angin Tekan	0.40

KOMBINASI PEMBEBANAN

COMB 1	Beban Mati + Beban Hidup
COMB 2	Beban Mati + Beban Terpusat
COMB 3	Beban Mati + Beban Hujan + Beban Angin

SAFETY FACTOR

6all

1.50	L / 180
1.50	L / 180
1.30	L / 150

ANALISA TEGANGAN DAN LENDUTAN

Item Analisa	Satuan	COMB 1		COMB 2		COMB 3	
		Arah Y (Mayor)	Arah X (Minor)	Arah Y (Mayor)	Arah X (Minor)	Arah Y (Mayor)	Arah X (Minor)
Tegangan baja	kg/cm ²	2,400					
Modulus Elastis	kg/cm ²	2,000,000					
Beban	kg/m	128.98	65.68	22.05	11.23	235.44	22.12
	kg	-	-	120.30	61.26	-	-
Momen	kg.m	257.97	32.84	164.40	36.24	470.87	11.06
Lendutan	cm	1.19	0.25	0.65	0.23	2.17	0.09
Lendutan Komb	cm	1.21		0.69		2.17	
Lendutan Ijin	cm	2.22		2.22		2.67	
Rasio		0.55		0.31		0.81	
Tegangan	kg/cm ²	889.54	409.48	566.89	451.92	1,623.69	137.90
Tegangan Komb	kg/cm ²	1,299.02		1,018.81		1,761.59	
Tegangan Ijin	kg/cm ²	1,600.00		1,600.00		1,846.15	
Rasio		0.81		0.64		0.95	

ANALISA TEGANGAN TREKSTANG

Diameter	mm	12.00
Tegangan baja	kg/cm ²	2400.00
Gaya per gording	kg	164.20
Gaya Total di Nok	kg	821.01
An = 75% A _{gross}	cm ²	0.85
Tegangan	kg/cm ²	967.91
Tegangan Ijin	kg/cm ²	1600.00
Rasio		0.60

3.9. Perhitungan Sambungan Angkur dan Baut

Contoh perhitungan sambungan angkur kolom baja HB-200x200 ke beton sebagai berikut:

Project : Dormitory Fiji
 Loc. : Dobuilevu
 Rev. : R0

Column Size	d mm	bf mm	tw mm	tf mm	ϕ_c	ϕ_{anc}	ϕ_{bp}
HB	200	200	8	12	0.65	0.75	0.9

Column Loadings				Concrete Properties			
Axial DL kN	Axial Ult kN	Shear kN	Moment kNm	C1 mm	C2 mm	A2 mm ²	fc' MPa
0	-29.9	38.1	0	350	450	157500	25

Baseplate Parameters							
Length N mm	Width B mm	Thickness tp mm	Yield Stress Fyp MPa	Tensile strength Fup MPa	Shear Coeff C	Coeff Friction μ	Plate Area A1 mm ²
230	230	18	240	370	1.85	0.45	52900

Anchor Bolt Parameters							
Total no. of bolts Nb	Diameter db mm	Yield strength Fy MPa	Tensile strength Fu MPa	Edge distance		Anchor embedment length	
				ed1 mm	ed2 mm	Le mm	Le min mm
4	19	240	400	131	173	500	228

Concrete Bearing Strength							
eccentricity category	e mm	ecrit mm	Y mm	f _{pmax}		fp MPa	ratio
				MPa	kN		
small	0.00	110.29	230.00	13.81	1260.78	0.57	0.04

Anchor Bolt Strength							
ϕT_n kN	T _b kN	ratio	ϕV_n kN	ϕR_n bearing kN	V _b kN	ratio	Interaction Shear-Tension
59.07	0.00	0.00	33.17	227.77	9.53	0.29	0.29

Baseplate Thickness				
m mm	n mm	Mpl Nmm/mm	tp req mm	tp min mm
20.00	35.00	346.20	2.53	8.75

Reference:
 AISC Steel Design Guide 1, 2nd Ed, "Baseplate and Anchor Rod Design", James M. Fisher, Lawrence M. Kloiber

Contoh perhitungan sambungan balok baja WF-200x100:

ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN END-PLATE BALOK

(AISC Steel Design Guide 16)

Geometry	Yield-Line Mechanism	Bolt Force Model
End-Plate Yield	$\phi M_u = \phi M_{u1} = \phi M_{u2}$	
Bolt Rupture w/ Prying Action	$\phi M_u = \phi M_{u1} = \phi M_{u2}$	
Bolt Rupture No Prying Action	$\phi M_u = \phi M_{u1} = \phi M_{u2}$	

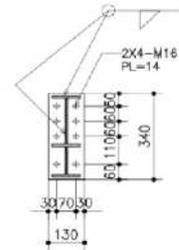
Profil = **WF 200 x 100**
 d = 200 mm
 b_f = 100 mm
 t_w = 5.5 mm
 t_f = 8 mm
 Z_x = 200.15 cm³
 d / t_w = 36.36
 limit = 64.66

φ_s = 1.00
 φ_{bolt} = 0.75
 φ_{end plate} = 0.90
 C_v = 1.00
 n_t = 4
 n_v = 4

Material = ASTM A36
 F_y = 240 MPa
 F_u = 370 MPa

Ultimate moment and shear to be designed *
M_u = 55.69 kNm
V_u = 158.40 kN

* based on member capacity



Thick End-Plate (no prying action consideration)

Connection geometry

d _{haunch} = 120 mm	h ₁ = 274 mm
g = 70 mm	h ₂ = 214 mm
b _p = 130 mm	d ₁ = 274.00 mm
p _f = 38 mm	d ₂ = 214.00 mm
p _b = 60 mm	
p _s = 0 mm	
s = 47.70 mm	X _o = 1068.12 mm
p _{f used} = 38.00 mm	Y _p = 1828.44 mm

Endplate thickness

γ_r = 1.25 *for flush endplate*
 Y_p = 1828.44 mm
 t_{p req} = **13.99 mm**

Bolt Capacity A325

F_{nt} = 620 MPa
 F_{nv} = 372 MPa
 T_u = 178.50 kN
 T_u (1 bolt) = 44.63 kN
 φ P_t = 93.49 kN

d_{b req} = **12.50 mm**
 d_{b use} = **16.00 mm**

> T_u (1 bolt) **OK**

Bolt Rupture (no prying action)

φ M_{np} = 91.25 kNm

> M_u **OK**

Bolt Bearing Capacity

V_u (1 bolt) = 39.6 kN
 φ R_t = 56.10 kN

> V_u (1 bolt) **OK**

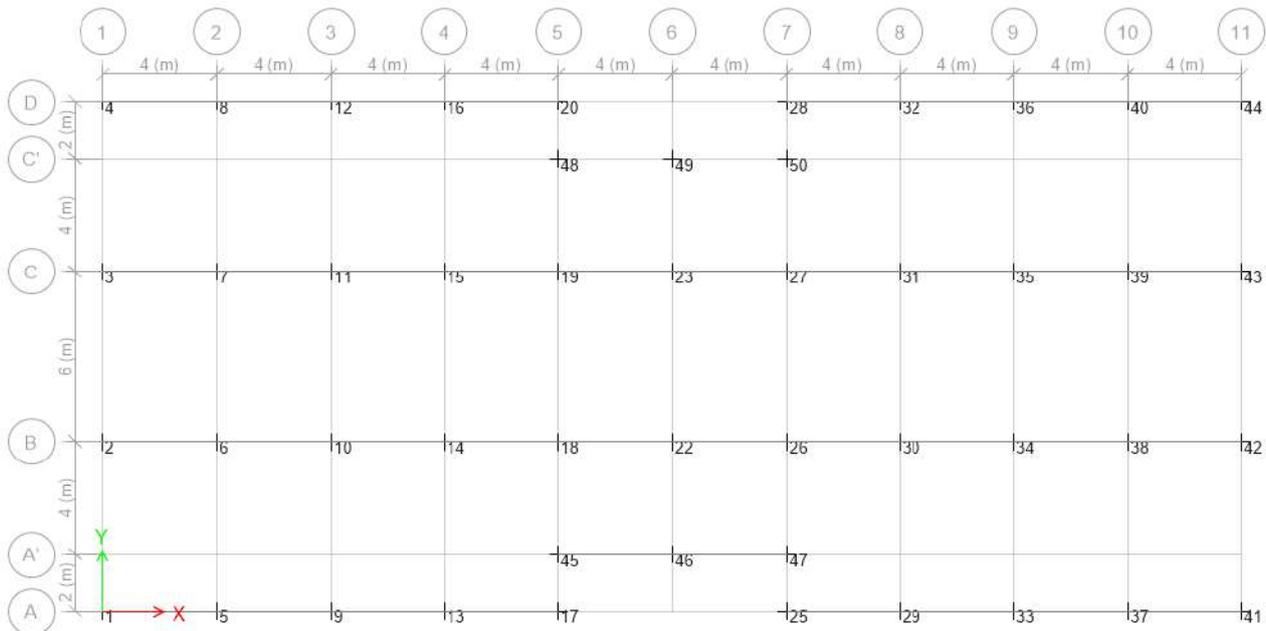
BAB 4

PERHITUNGAN PONDASI

Pondasi yang direncanakan dalam struktur bangunan ini adalah pondasi **tiang pancang**. dengan kedalaman harus mencapai final set / tanah keras. Tiang pancang menggunakan pancang persegi dimensi 25 cm x 25 cm. Daya dukung 1 tiang pancang di estimasi sebesar **40 ton**. Perlu dilakukan uji bor dalam / sondir untuk mengetahui kedalaman tanah keras.

Jumlah tiang ditentukan berdasarkan kombinasi pembebanan tegangan ijin seperti yang disebutkan pada Bab 1. Analisa daya dukung pondasi secara lebih rinci dapat dilihat pada Laporan Perencanaan Geoteknik yang terpisah dari buku perhitungan ini.

Penomoran titik dan gaya-gaya yang terjadi serta perhitungan jumlah tiang pada titik tersebut dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut ini.



Penomoran Titik Pondasi