

BAB II

Praktik Perancangan Bangunan Gedung

2.1 Deskripsi Topik dan Tinjauan Umum Proyek

Praktik Perancangan Bangunan Gedung adalah mata kuliah perancangan struktur gedung menggunakan peraturan dan standar yang berlaku di Indonesia. Komponen yang dirancang adalah semua yang termasuk komponen struktur yaitu; rencana atap baja, gording, batang kuda-kuda, sambungan baut dan las, pelat lantai, balok beton bertulang, kolom beton bertulang, fondasi telapak. Praktik perancangan ini dilatarbelakangi oleh kondisi di kota-kota besar yang minim lahan sehingga pembangunan diteruskan vertikal ke atas. Gedung-gedung tinggi tersebut harus direncanakan secara baik agar dalam masa layannya dapat berfungsi dan tidak mengalami kegagalan struktur. Bangunan yang dirancang adalah gedung imajiner dengan fungsi sebagai restoran. Bangunan tersebut terdiri dari 5 lantai dengan sistem struktur beton bertulang, rangka atap baja dan fondasi telapak. Spesifikasi material gedung yaitu beton mutu 25MPa, baja tulangan mutu 400MPa dan sengkang mutu 240MPa.

2.2 Metode Penelitian

Praktik Perancangan Bangunan Gedung menggunakan metode *top to bottom* dengan pembebanan sesuai kombinasi dari SNI 1727-2013. Analisa gempa pada perencanaan ini menggunakan statik ekuivalen dan respon spektrum sesuai SNI 1726-2012. Perancangan elemen struktur mulai dari estimasi dimensi dan penulangan menggunakan SNI 2847-2013. Pemodelan pada perencanaan ini menggunakan *3D frame space analysis* software *Etabs v9*.

2.3 Analisis Data dan Hasil Perancangan

2.3.1 Rencana Atap

Perencanaan atap diawali dengan penentuan jarak gording yaitu harus $\leq 2m$ agar beban yang dipikul tidak terlalu besar. Untuk menghitung beban yang bekerja pada gording ditinjau luasan atap dikalikan dengan beban mati, beban hidup dan beban anginnya. Beban-beban tersebut diuraikan menjadi momen terfaktor (M_u) yang terjadi pada tumpuan. Selanjutnya adalah pemilihan baja profil gording yang kemudian dihitung untuk menentukan kuat momen rencananya (M_n). Dari gaya

dalam dan kuat rencana yang berupa momen tersebut ditinjau keamanan profil gording yang telah dipilih, kontrol penampang dan kontrol lendutan. Berikut adalah beberapa persamaan yang digunakan untuk perencanaan gording:

$$x = \frac{L}{n} \quad (2-1)$$

$$M_{dx} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot \cos \alpha \cdot Lx^2 \quad (2-2)$$

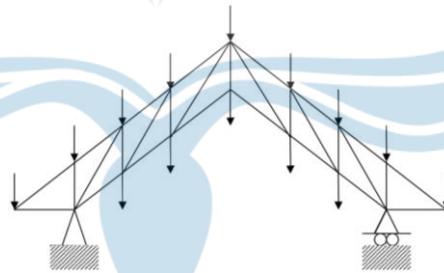
$$M_{dx} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot \sin \alpha \cdot Lx^2 \quad (2-3)$$

$$M_{nx} = C_b \left[M_{px} - (M_{px} - 0,7 \cdot F_y \cdot S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (2-4)$$

Profil yang dipilih untuk gording adalah C125 x 50 x 20 x 2,5 dengan jarak 1,68m. Maka, dari perhitungan gording didapat hasil:

Mux	3,6311kNm	≤	6,2199 kNm	ØMnx
Muy	0,5179 kNm	≤	2,1383 kNm	ØMnx
Kontrol penampang	0,8096	≤	1	
Kontrol lendutan δ	20,1	≤	25δijin	

Beban-beban pada gording ditambah berat sendiri akan diteruskan pada join kuda-kuda dan menjadi gaya batang tarik dan tekan.



Gambar 2.1 Beban Terpusat Pada Kuda-kuda

Setelah dilakukan analisis struktur menggunakan software maka didapat gaya aksial tarik dan tekan terfaktor (P_u). Selanjutnya adalah pemilihan baja profil kuda-kuda yang kemudian dihitung untuk menentukan kuat gaya aksial nominal (P_n). Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam perhitungan kuda-kuda:

$$P_n \text{ batang tekan} = A_g \frac{F_y}{\omega} \quad (2-5)$$

$$P_n \text{ batang tarik} = A_g \cdot F_y \quad (2-6)$$

Profil yang dipilih untuk kuda-kuda adalah 2L 60 x 60 x 6, Maka, dari perhitungan kuda-kuda didapat hasil:

$$\begin{aligned} P_u \text{ batang tekan} & 135,116 \text{ kN} \leq 182,74 \text{ kN} & \phi P_n \text{ batang tekan} \\ P_u \text{ batang Tarik} & 158,35 \text{ kN} \leq 164,91 \text{ kN} & \phi P_n \text{ batang tarik} \end{aligned}$$

Pada perencanaan atap ini sambungan menggunakan las dengan mutu E 70XX ($F_u = 480 \text{ MPa}$). Nilai kuat las sudut diambil persatuan Panjang (N/mm) dan diberi notasi R_n . Berikut adalah beberapa persamaan yang digunakan untuk perencanaan sambungan las:

$$\phi R_n = 0,75 \cdot t_e \cdot 0,6 \cdot F_u \quad (2-7)$$

Tebal minimum las sudut diatur dari table J2,4 SNI 1729 2015.

Tabel 2.1 Tebal Minimum Las Sudut

t (mm)	t_w minimum (mm)
$t \leq 7$	3
$7 < t \leq 10$	4
$10 < t \leq 15$	5
$15 < t$	6

Join yang ditinjau adalah join dengan gaya aksial terfaktor (P_u) paling besar. Maka, dari perhitungan sambungann las didapat hasil berupa panjang las (L) 8cm dengan tebal (t_e) 3,535mm

2.3.2 Estimasi Dimensi

Estimasi dimensi bertujuan untuk menentukan dimensi struktur yaitu tebal pelat, penampang balok dan penampang kolom. Dimensi perlu ditetapkan diawal perancangan karena akan digunakan untuk menentukan berat sendiri struktur. Bila analisis struktur dilakukan dengan menggunakan alat bantu program komputer maka dimensi struktur harus diinput pada saat membuat model struktur. Untuk pelat 1 arah ketentuan tebal minimum pelat sama seperti ketentuan pada balok. Tebal minimum pelat 2 arah dengan tumpuan balok di keempat tepinya dihitung dengan persamaan berikut:

$$h_{min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{F_y}{1400}\right)}{36 + 5 \beta (\alpha m - 0,2)} \geq 125 \text{ mm} \quad (2-8)$$

$$h_{min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{F_y}{1400}\right)}{36 + 9 \beta} \geq 90 \text{ mm} \quad (2-9)$$

Tinggi minimum penampang balok dapat ditentukan menggunakan table SNI 2847 2013.

Tabel 2.2 Tinggi Minimum Penampang Balok

2 tumpuan sederhana	1 ujung menerus	2 ujung menerus	kantilever
L/16	L/18,5	L/21	L/8

Dimensi penampang kolom ditentukan dari luasan tributary area yang dipikul. Beban hidup dan beban mati dari luasan tersebut disubstitusikan kedalam rumus kuat gaya aksial nominal (P_u) kolom, sehingga didapat luas penampangnya.

$$P_n = 0,8 \{0,85 F_c'(A_g - A_{st}) + F_y A_{st}\} \quad (2-10)$$

Nilai A_{st} asumsi dapat diambil sebesar 0,01 – 0,02 A_g . Maka, dari perhitungan estimasi dimensi pelat, balok dan kolom didapat hasil:

Tabel 2.3 Hasil Perhitungan Estimasi Dimensi

Pelat	Balok		Kolom				
	B1	B2	Lt.1	Lt.2	Lt.3	Lt.4	Lt.5
13cm	30x50cm	25x40cm	40x40cm	40x40cm	30x30cm	30x30cm	30x30cm

2.3.3 Gempa Statik Ekuivalen

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja dalam gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa dan dipengaruhi oleh: lokasi, massa bangunan, koefisien seismik dan lain sebagainya. Beban gempa design dapat dihitung menggunakan 2 metode yaitu cara statik dan dinamik. Dari hasil kedua cara tersebut diambil kondisi yang memberikan nilai gaya atau momen terbesar sebagai dasar perencanaan. Berikut adalah Langkah-langkah perhitungan statik ekuivalen beserta dengan hasilnya:

1) Parameter percepatan tanah.

SNI 1726:2012 mengatur penentuan karakteristik tanah setempat dengan bantuan aplikasi online RSA. Berdasarkan lokasi bangunan di Ambon maka didapatkan hasil:

$$S_S = 1,436g \quad S_1 = 0,513g$$

2) Klasifikasi Situs

Pasal 5.1 Tabel 3 SNI 1726-2012 mengatur kelas situs dan didapat hasil

kelas situs SD

3) Faktor koefisien situs (F_a , F_v)

Tabel 4 dan Tabel 5 SNI 1726-2012 mengatur koefisien situs dan di dapat hasil $F_a = 1$ dan $F_v = 1,5$

4) Percepatan gempa maksimum pada perioda pendek (SMS) dan percepatan

gempa maksimum pada perioda 1 detik (SM1) dihitung berdasarkan perkalian koefisien situs dan nilai percepatan tanah dengan hasil SMS= 1,44 g dan SM1= 0,7695g

5) Percepatan gempa rencana pada perioda pendek (SDS) dan percepatan

gempa rencana pada perioda 1 detik (SD1) dihitung berdasarkan percepatan gempa maksimum dikali 2/3 dengan hasil SDS= 0,957 dan SD1= 0,513

6) Kategori Desain Seismik (KDS)

Tabel 6 dan Tabel 7 SNI 1726-2012 mengatur nilai kategori desain seismik, kemudian penentuannya berdasarkan nilai KDS tertinggi. Maka didapat hasil III D

7) Sistem Struktur

Tabel 9 SNI 1726-2012 mengatur syarat digunakannya suatu sistem struktur berdasarkan KDS nya. Maka didapat rangka beton pemikul momen khusus sebagai sistem strukturnya.

8) Faktor keutamaan I_E

Tabel 2 SNI 1726-2012 mengisyaratkan penentuan faktor keutamaan gempa, maka didapat hasil $I_E = 1$

9) Perioda fundamental (T)

perioda fundamental dapat menggunakan nilai pendekatan berikut ini:

$$T_a = C_t \cdot h^x \quad (2-11)$$

Dengan syarat:

$T_c > C_u T_a$ digunakan $C_u T_a$

$T_a < T_c < C_u T_a$ digunakan T_c

$T_c < T_a$ digunakan T_a

Maka, dari hasil perhitungan diambil perioda fundamental $T = 1,05$ detik

10) Faktor respons gempa (C_s)

Faktor respons gempa dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$C_s = \frac{S_{ds}}{\left(\frac{R}{I_E}\right)} \quad (2-12)$$

$$C_s = \frac{S_{d1}}{T\left(\frac{R}{I_E}\right)} \quad (2-13)$$

$$C_s \text{ min} = \frac{0,5 S_1}{\left(\frac{R}{I_E}\right)} \quad (2-14)$$

Maka, dari hasil perhitungan diperoleh faktor respons gempa sebesar 0,351

11) Berat efektif bangunan (W)

Berat efektif yang dihitung adalah semua beban mati dan beban tambah pada bangunan. Berikut ini adalah ringkasan berat efektif tiap lantai:

$$W \text{ Atap} = 390,18 \text{ kN}$$

$$W \text{ Lantai 5} = 5168,8 \text{ kN}$$

$$W \text{ Lantai 4} = 5183,92 \text{ kN}$$

$$W \text{ Lantai 3} = 5183,92 \text{ kN}$$

$$W \text{ Lantai 2} = 5244,4 \text{ kN}$$

12) Gaya geser dasar (V)

Base shear atau gaya geser gempa dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V = C_s \cdot W \quad (2-15)$$

Maka dari hasil perhitungan didapat $V = 8254,288$

13) Distribusi lateral setiap lantai (F)

Gaya geser gempa didistribusikan ke setiap lantai dengan persamaan berikut:

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i^k}{\sum W_i h_i^k} V \quad (2-16)$$

Hasil perhitungan distribusi lateral disajikan dalam table berikut:

Tabel 2.4 Perhitungan Berat Efektif

Story	Wi (kN)	Hi (m)	Fi
Atap	390,18	17,5	3211273
Lantai 5	5168,8	14	3308,66
Lantai 4	5168,8	10,5	2399,95
Lantai 3	5168,8	7	1520,09
Lantai 2	5168,8	3,5	704,46
Lantai 1	4695,28	0	0
TOTAL	25760,66		

14) Kombinasi pembebanan dan input software *Etabs*

Kombinasi mengacu SNI 1726 2012 yang berjumlah 18 kombinasi.

2.3.4 Gempa Dinamik Respon Spektrum

Metode Dinamik (Response Spectrum) Besar beban gempa ditentukan oleh percepatan gempa rencana dan massa total struktur. Massa total struktur terdiri dari berat sendiri struktur dan beban hidup yang dikalikan dengan faktor reduksi 0,5. Nilai partisipasi massa ragam terkombinasi harus lebih dari 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal dari respon yang ditinjau oleh model. Apabila kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) kurang dari 80 % dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/V_t SNI 1726-2012. Langkah analisis dinamik respon dilakukan menggunakan *ETABS* dengan menginput spektrum respons berdasarkan RSA PUPR dan kemudian mengatur kombinasi pembebanan sama seperti analisis statik.

2.3.5 Pelat Lantai

Pelat lantai direncanakan berdasarkan estimasi dimensi sebelumnya yaitu $h = 13\text{cm}$ $l_y = 6\text{m}$ dan $l_x = 5,5\text{m}$. Perencanaan pelat dimulai dari penentuan jenis plat menggunakan persamaan berikut:

$$l_y / l_x \leq \text{atau} \geq 2 \quad (2-17)$$

Hasil perhitungan menunjukkan pelat memiliki rasio sisi panjang dan sisi pendek kurang dari 2 sehingga plat dikategorikan menjadi pelat 2 arah. Pembebanan pelat ditentukan berdasarkan kombinasi 1,2 D + 1,6 L sehingga didapat hasil berikut:

$$DL = 5,12 \text{ KN/m}^2, \quad LL = 4,79 \text{ KN/ m}^2, \quad Wu = 13,808 \text{ KN/ m}^2$$

Perencanaan pelat lantai dikerjakan melalui tiga tahap yakni; penentuan gaya-gaya dalam melalui suatu pendekatan dan metode, kuat rencana dan desain pelat, dan analisa keamanan pelat. Untuk menentukan gaya dalam pelat berupa momen terfaktor (M_u) digunakan metode koefisien momen berdasarkan table PBI 1971, Sedangkan untuk menentukan gaya geser terfaktor (V_u) pelat digunakan pendekatan dengan persamaan berikut:

$$V_u = \frac{1,15 \cdot W_u \cdot L_n}{2} \quad (2-18)$$

Maka, dari hasil perhitungan gaya dalam pelat didapat hasil berikut:

$$M_{lx} = 10,29 \text{ KNm}, \quad M_{ly} = 8,77 \text{ KNm}, \quad M_{tx} = 24,3778 \text{ KNm}, \quad M_{ty} = 22,47 \text{ KNm}$$

$$V_u = 45,6527 \text{ KN}$$

Spesifikasi pelat telah ditentukan sebelumnya yaitu mutu beton $f_c' = 25 \text{ MPa}$ dan $f_y = 240 \text{ MPa}$. Desain penulangan pelat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_{st} = p \cdot x \cdot b \cdot x \cdot dx \quad (2-19)$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,002 \cdot b \cdot x \cdot h \quad (2-20)$$

$$k = \frac{M_{tx}}{\phi \cdot b \cdot dx^2} \quad (2-21)$$

Maka, dari perhitungan desain penulangan pelat didapat hasil:

Tabel 2.5 Hasil Penulangan Pelat

Arah x		Arah y	
Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
P10 – 60	P10 – 150	P10 – 60	P10 – 150

Plat direncanakan mampu menahan momen terfaktor (M_u) dan geser terfaktor (V_u). Analisis dilakukan untuk memastikan pelat lantai aman berdasarkan kuat geser beton dan penulangan pelat. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam analisis pelat:

$$M_{nx} = A_{s \text{ aktual}} \cdot f_y \left(dx - \left(\frac{a}{2} \right) \right) \quad (2-22)$$

$$M_{ny} = A_{s \text{ aktual}} \cdot f_y \left(dy - \left(\frac{a}{2} \right) \right) \quad (2-23)$$

$$V_c = 0,17 \cdot \sqrt{F_c'} \cdot b \cdot d \quad (2-24)$$

Maka, dari perhitungan analisis keamanan pelat didapat hasil:

Mu_{tumpuan}	22,4793 kNm	\leq	24,7706 kNm	ϕM_{nx} tumpuan
Mu_{lapangan}	8,7715 kNm	\leq	10,4098 kNm	ϕM_{nx} lapangan
Vu	45,6527 kN	\leq	65,625 kN	ϕV_c

2.3.6 Balok

Semua balok direncanakan hanya pada arah sumbu kuat dengan mengabaikan gaya aksial dan arah sumbu lemah. setiap balok dihitung untuk 2 lokasi sepanjang elemen yaitu tumpuan dan lapangan. Perencanaan balok dimulai dari pemodelan struktur pada software *ETABS* dengan data balok seperti berikut:

Panjang Bentang (L) = 5,5m	;	$F_c' = 25 \text{ MPa}$
Lebar Penampang (b) = 250 mm	;	$F_y = 400 \text{ MPa}$
Tinggi penampang (h) = 400 mm	;	$d_s = 60 \text{ mm}$

Momen lentur akibat beban terfaktor (Mu) dan gaya geser terfaktor (Vu) diperoleh dari output software *ETABS* yakni Mu tumpuan = 214,438 kNm, Mu lapangan = 91,153 kNm dan Vu tumpuan = 174,47 kN, Vu lapangan = 134,23 kN. Desain penulangan balok dibagi menjadi 2 yaitu tumpuan dan lapangan yang masing-masing harus direncanakan sebagai tulangan longitudinal serta tulangan geser. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam desain tulangan tumpuan dan lapangan:

$$\rho = \frac{0,85 F_c'}{F_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2k}{0,85 F_c'}} \right) \quad (2-25)$$

$$AS \text{ tul long tekan} = (\rho \cdot 0,5) \cdot b \cdot d \quad (2-26)$$

$$AS \text{ tul long tarik} = \frac{Mn2}{(F_y \cdot (d - d_s))} \quad (2-27)$$

$$V_s = \left(\frac{Vu}{\phi} \right) - V_c < 0,66 \cdot \sqrt{F_c'} \cdot b \cdot d \quad (2-28)$$

$$S = \frac{(A_v F_y d)}{V_s} \quad (2-29)$$

Maka, dari perhitungan desain tulangan balok didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 2.6 Hasil Penulangan Balok

	Tumpuan	Lapangan
Longitudinal	5 D22 atas & 2 D22 bawah	2 D22atas & 3 D22 bawah
	Geser	2P10-75

Balok direncanakan mampu menahan momen terfaktor (M_u) dan geser terfaktor (V_u). Analisis dilakukan untuk memastikan balok aman berdasarkan tulangan sengkang dan tulangan longitudinal. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam analisis balok:

$$M_n = \frac{(A_s F_y \left(\frac{d-a}{2}\right))}{10^6} \quad (2-30)$$

Maka, dari perhitungan analisis keamanan balok didapat hasil:

$$\begin{aligned} M_{u \text{ tumpuan}} &= 214,438 \text{ kNm} \leq 217,113 \text{ kNm} \quad \phi M_{n \text{ tumpuan}} \\ M_{u \text{ lapangan}} &= 91,153 \text{ kNm} \leq 121,548 \text{ kNm} \quad \phi M_{n \text{ lapangan}} \end{aligned}$$

2.3.7 Kolom

Perencanaan kolom dilakukan dengan metode *ultimate strength design* dengan menerapkan strain compatibility dan pembatasan nilai regangan beton sampai 0.003, sesuai dengan SNI 2847-2013. Gaya-gaya dalam yang diperoleh dari hasil perhitungan *ETABS* diproses oleh program, kolom dihitung secara biaxial bending dari konsep diagram interaksi. Susunan tulangan pada kolom ditentukan oleh perencana untuk masing-masing kolom dan program akan membaca konfigurasi susunan tulangan. Perencanaan kolom dimulai dari pemodelan struktur pada software *ETABS* dengan data kolom seperti berikut:

$$b = 400 \text{ mm} \quad ; \quad h = 400 \text{ mm} \quad ; \quad F'_c = 25 \text{ MPa} \quad ; \quad F_y = 400 \text{ MPa}$$

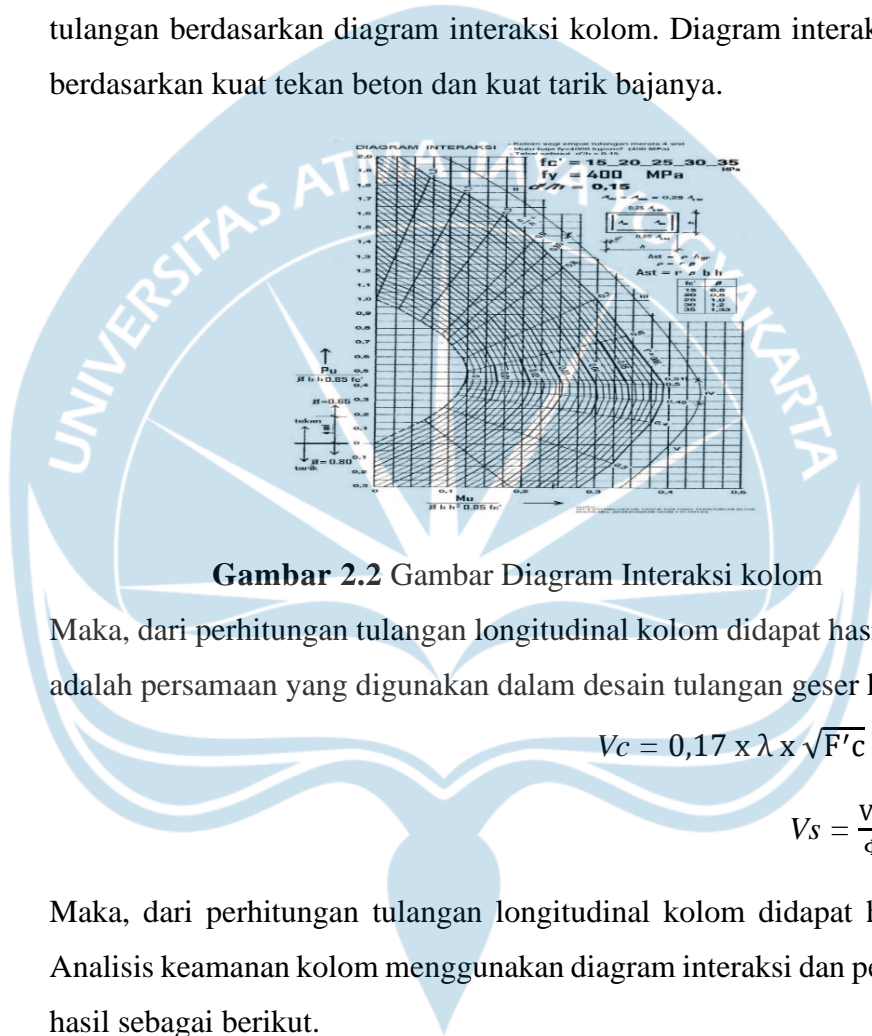
Momen lentur akibat beban terfaktor (M_u) dan gaya geser terfaktor (V_u) diperoleh dari output software *ETABS* yakni $M_{ux} = 228,56 \text{ kNm}$, $M_{uy} = 237,53 \text{ kNm}$ dan $V_u = 118,77 \text{ KN}$, $P_u = 1776,41 \text{ KN}$.

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam desain tulangan longitudinal kolom:

$$Nod = \frac{Pu}{F'_c \times b \times h} \quad (2-31)$$

$$Mod = \frac{Mu}{F'_c \times b \times h^2} \quad (2-32)$$

Karena kolom memiliki kombinasi momen lentur dan gaya aksial penentuan rasio tulangan berdasarkan diagram interaksi kolom. Diagram interaksi kolom dipilih berdasarkan kuat tekan beton dan kuat tarik bajanya.



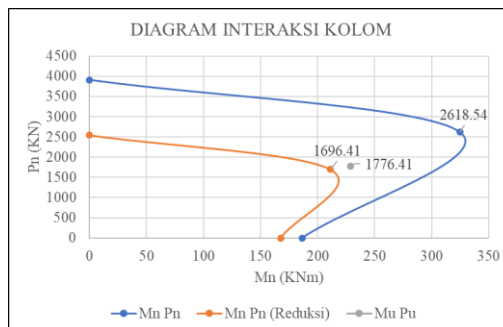
Gambar 2.2 Gambar Diagram Interaksi kolom

Maka, dari perhitungan tulangan longitudinal kolom didapat hasil 8 D25. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam desain tulangan geser kolom:

$$Vc = 0,17 \times \lambda \times \sqrt{F'_c} \times b \times d \quad (2-33)$$

$$Vs = \frac{Vu}{\phi} - Vc \quad (2-34)$$

Maka, dari perhitungan tulangan longitudinal kolom didapat hasil 2P8 – 150. Analisis keamanan kolom menggunakan diagram interaksi dan persamaan dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 2.3 Gambar Hasil Ploting Diagram Interaksi kolom

2.3.8 Pondasi

Hitung dimensi fondasi telapak menggunakan beban aksial tidak berfaktor dengan data adalah sebagai berikut:

$$P_u = 1776,41 \text{ kN}$$

$$\sigma_{ijin \text{ tanah}} (\text{Daya Dukung tnh}) = 270 \text{ kN/m}^2$$

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam desain pondasi:

$$\sigma_{efektif} = \sigma_{ijin \text{ tanah}} - \gamma_{tanah} (H - h) - \gamma_{beton} h - q \quad (2-35)$$

$$A = \frac{P_u}{\sigma_{efektif}} \quad (2-36)$$

Maka, dari perhitungan desain digunakan pondasi berdimensi 3x3m dengan tulangan tarik D16-150 dan tulangan susut D13-250. Analisis keamanan pondasi didapat hasil berikut:

qu	197,38 kN/m ²	≤	221,4 kN/m ²	σ efektif
Vu	232,5 kN	≤	1735,3 kN	Ø Vc
Mu	166,79 kNm	≤	192,17 kNm	Ø Mn

2.3.9 Tangga

Tangga direncanakan memiliki bordes 3m x 1,5m dan memiliki panjang anak tangga adalah 2,7m dengan anak tangga berjumlah 20. Optrede anak tangga setinggi 17,5cm dan antrede selebar 30cm. Dari estimasi dimensi tangga tersebut ditentukan beban-beban yang terjadi adalah Dead Load = 5,42 KN/m ; Live load = 4,79 KN/m

Beban mati dan beban hidup diinput pada model tangga untuk dicari gaya dalamnya. Sehingga didapat momen terfaktor (Mu) tumpuan dan lapangan serta gaya geser terfaktor (Vu). Penulangan tangga menggunakan persamaan yang sama dengan balok dan pelat sehingga didapat hasil berikut

Tabel 2.7 Hasil Penulangan Tangga

	Pelat Tangga		Pelat Bordes		Tulangan Susut	Balok Bordes 40x25	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan		Tumpuan	Lapangan
Longitudinal	D16 – 150	D16 – 225	D16 – 150	D16 – 300	P8 – 175	D16 – 150	D16 – 150
Transversal	-	-	-	-	-	2P8 – 150	2P8 – 150