

BAB II

PERANCANGAN BANGUNAN GEDUNG 3 LANTAI DI DENPASAR

2.1 Penjelasan Umum

Dalam Perancangan Bangunan Gedung ini penulis belajar merancang bangunan gedung 3 lantai Dengan material rangka bangunan terbuat dari struktur beton dan untuk rangka atap dari struktur baja. Bangunan ini berfungsi sebagai kantor, yang berdiri di Kota Denpasar, Bali.

Dalam merancang bangunan gedung, menggunakan bantuan *software* analisis SAP2000 dan ETABS. Dalam perancangan ini meliputi perancangan atap, tangga, balok tangga, pelat lantai, balok, dan kolom. Serta menggunakan pondasi telapak.

Data dalam perencanaan ini diperoleh dari 2 sumber, ketentuan berdasarkan soal dan SNI. Berikut data-data yang digunakan:

2.1.1 ATAP

Rangka atap dari baja siku, dengan ketentuan:

Sudut miring atap	: 30°
Jenis atap	: genteng beton
Mutu baja profil	: $f_u=240$ MPa
Jenis sambungan	: Las dengan $f_{uw}=351$ MPa
Beban angin	: $0,40$ KN/m ²

II.RANGKA BANGUNAN

Rangka bangunan dari beton bertulang,dengan ketentuan:

Panjang B_1	: 3,25 m
Panjang B_2	: 8,50 m
Panjang L_1	: 3,80 m
Panjang L_2	: 4,20 m
Panjang L_3	: 4,40 m
Fungsi bangunan	: Kantor
Kota untuk menentukan Responden Spektrum	: DENPASAR
Struktur berdiri diatas tanah	: Sedang
Mutu beton	: 25 MPa
Mutu baja polos (diameter $<13\text{mm}$)	: 240 MPa
Mutu baja sirip (diameter $\geq 13\text{mm}$)	: 400 MPa

III.PONDASI

Pondasi bangunan dari beton bertulang,dengan ketentuan :

Kedalaman tanah keras (d)	: 1,75 m
Berat volume tanah	: 16 KN/m ³
Daya dukung tanah	: 140 KN/m ²

2.2 Referensi Perancangan

Dalam Perancangan Bangunan Gedung ini berpedoman pada modul kuliah Teknik Sipil UAJY yang berjudul “Praktik Perancangan Bangunan Gedung”

SNI yang digunakan pada perancangan ini, sebagai berikut :

1. SNI 1727:2013 “Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain”
2. SNI 1729:2015 “Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural”
3. SNI 1726:2012 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”
4. SNI 2847:2013 “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung”

2.3 Metode Perancangan

Dilakukan perhitungan analisis struktur dengan perhitungan manual dan menggunakan bantuan program komputer (*SAP 2000*) untuk mencari gaya-gaya (lentur, geser, torsi, axial) yang terjadi pada struktur akibat beban yang bekerja.

2.4 Hasil Perancangan

2.4.1 Perancangan Struktur Atap

Dalam perancangan struktur atap, menggunakan struktur rangka baja siku dengan sudut kemiringan 30°. Atap direncanakan dengan menggunakan struktur struktur baja kuda-kuda. Jenis atap yang digunakan adalah genteng beton. Dalam merencanakan atap, perhitungan struktur dan analisa beban yang bekerja pada atap meliputi beban mati, beban hidup, dan beban angin.

Tahapan pertama yang direncanakan adalah jarak gording. Dengan panjang kuda-kuda 15000 mm, diambil titik tengah 7500 mm sebagai tinggi puncak kuda-kuda. Lalu dengan sudut kemiringan atap 30° dan jumlah gording

yang dibutuhkan 4 buah maka di dapat jarak mendatar gording 1875 mm. Syarat jarak gording mendatar untuk atap genteng atau sirap antara 1800 mm sampai dengan 2500 mm, memenuhi syarat. Untuk bentang gording ditentukan oleh jarak antar kuda-kuda, sebaiknya jarak kuda-kuda sama dengan jarak kolom struktur.

Lalu pemasangan jumlah sag-rod ditentukan oleh bentang gording atau jarak kuda-kuda, yang maksimum bisa diambil adalah 2000 mm. Dalam proyek ini jumlah sag-rod adalah 2 dalam bentang gording antar kuda-kuda 4200 mm, maka memenuhi syarat. Pemasangan sag-rod bertujuan sebagai batang tarik penahan beban arah sumbu lemah. Pada perencanaan atap ini juga menggunakan batang ikatan angin yang dipasang dengan bentuk silang antara kuda-kuda. Pemasangannya tidak perlu pada setiap kuda-kuda, tetapi dapat dipasang selang-seling. Lalu membuat denah rencana atap seperti lampiran 2.1. Setelah membuat denah rencana atap, beban rencana gording diperhitungkan. Berikut hasil perhitungan pada tabel 2.1 :

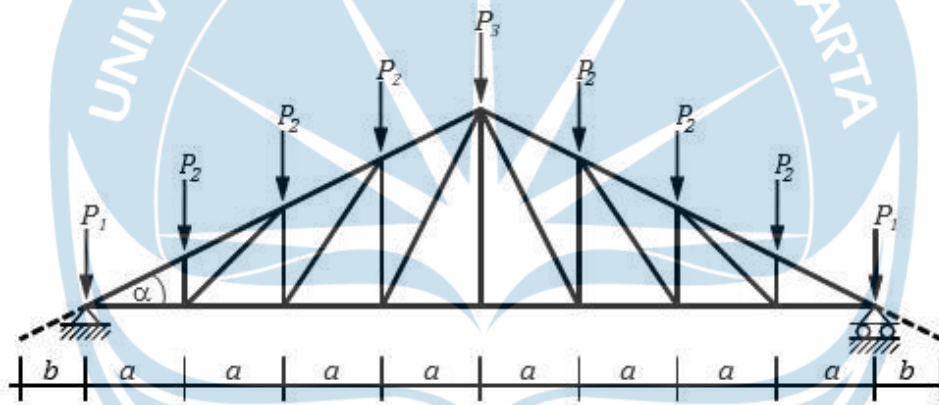
Tabel 2.1 Pembebanan Gording

Beban	Jenis Pembebanan	Hasil (kN/m)	
Dead (D)	Berat Sendiri	0,10	(kN/m)
	Berat Atap	1,0825	(kN/m)
	Berat Plafon	0,375	(kN/m)
	Total	1,5575	(kN/m)
Live (L)	Beban Pekerja	1,0	(kN/m)
Qw	Tiupan Angin	0,40	(kN/m ²)

Lalu melakukan perhitungan momen dengan kombinasi beban. Di dapat hasil momen terbesar arah sb-3 $M_{3,U} = 5,0238$ kN.m dan arah sb-2 $M_{2,U} = 0,5088$ kN.m. Momen tersebut digunakan untuk mengecek tegangan pada profil C. Profil batang gording yang digunakan adalah C 150x50x20x3. Profil ini sudah

ditentukan oleh dosen pengampu, berdasarkan tabel profil kanal C yang tersedia di pasar. Jika nanti akan merencanakan kembali, maka harus *trial-error* untuk mengecek penampang profil yang digunakan agar memenuhi syarat. Lalu didapat perhitungan cek tegangan profil dengan syarat $f_b \leq f_y$ di dapat hasil $230,1679 \text{ MPa} \leq 240 \text{ MPa}$ (memenuhi SNI 1729:2015).

Kemudian menghitung defleksi gording sesuai dengan syarat batas lendutan maksimum $\delta \leq LI$. Dengan $\delta = 12,8951 \text{ mm} \leq 17,5$ (memenuhi syarat batas lendutan).Menentukan sag-rod digunakan gaya terbesar dengan kombinasi beban diperoleh gaya sag-rod terbesar $F_{t,U} = 6,83 \text{ kN}$. Lalu didapat luas batang sag-rod $A_{sr} = 31,62 \text{ mm}^2$, maka digunakan diameter sag-rod $\varnothing 10 \text{ mm}$ dan batang ikatan angin ditentukan $\varnothing 16 \text{ mm}$.



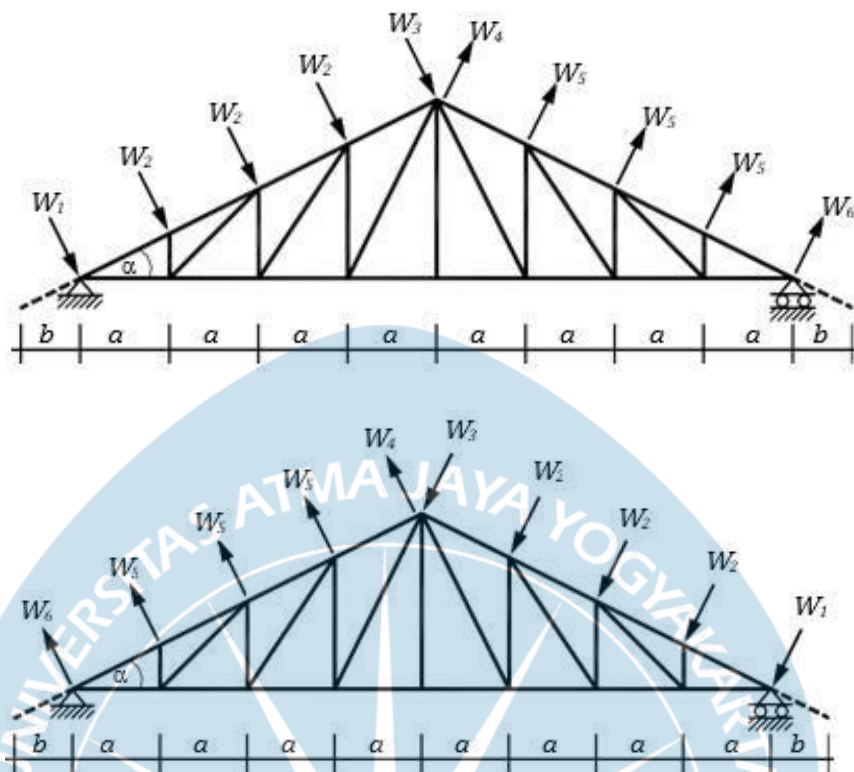
Gambar 2.1. Pembebanan Truss Kuda-Kuda

Dengan melihat denah rencana atap dapat dibuat bagan kuda-kuda seperti gambar 2.1. Lebar tritisan diambil sebesar b , yang besarnya antara 750 mm sampai dengan 1250 mm. Beban P_1 , P_2 , dan P_3 dihitung sesuai dengan jarak gording (lebar atap yang didukung) dan panjang gording (jarak antara kuda-kuda) Berat atap dan plafon diambil dari peraturan pembebanan yang berlaku untuk berat sendiri kuda-kuda diperkirakan $0,50 \text{ kN/m'}$. Beban P_1 , P_2 , dan P_3 tersebut adalah beban mati (DL), beban hidup (LL) diambil sesuai ketentuan peraturan pembebanan, dalam hal ini diambil sebesar $1,0 \text{ kN}$ pada setiap joint. Perhitungan pembebanan pada lampiran 2.1.

Untuk beban angin ditentukan koefisien angin tiup (C_{ti}) = 0,4 dan angin isap (C_{is}) = 0,6 dengan besar tiupan angin (Q_w) = 0,40 kN/m². Beban angin dari kiri dan beban angin dari kanan diperoleh dari besar tiupan angin (Q_w), koefisien beban angin, jarak dan panjang gording. Hasil perhitungan pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Beban Angin

Beban angin	Arah Kiri (kN)	Arah Kanan (kN)
W1	0,7517	0,7517
W2	0,7275	0,7275
W3	0,3637	0,3637
W4	0,7274	0,7274
W5	1,4549	1,4549
W6	1,5034	1,5034



Gambar 2.2 Beban angin dari kiri dan beban angin dari kanan

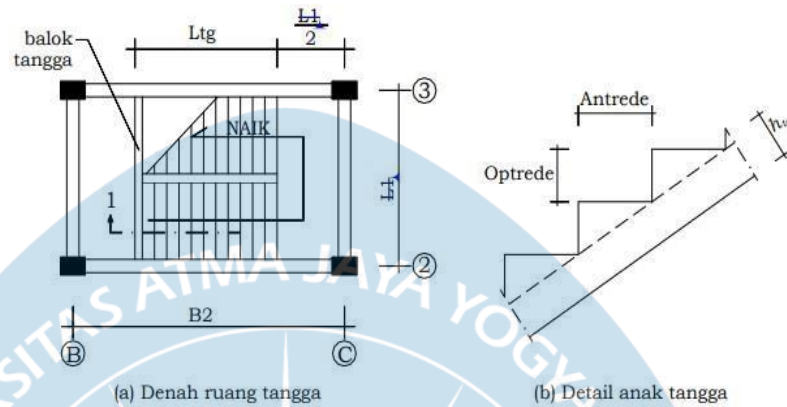
Lalu dimodelkan dalam 2 dimensi pada *software* SAP2000 untuk diketahui defleksi dan gaya-gaya dalamnya setelah bentuk kuda-kuda dan beban telah ditentukan. Lalu dicek terhadap syarat dalam SNI 1729:2015. Tabel gaya batang terdapat pada lampiran 2.1. Pada merencanakan elemen kuda-kuda ada dua hal yang harus diperhatikan, pertama adalah perencanaan elemen tarik (positif) dan perencanaan elemen tekan (negative). Profil batang menggunakan 2L50x50x5, untuk peraturan perencanaan elemen kuda-kuda berdasarkan SNI 1729:2015. Untuk elemen perhitungan dapat dilihat pada lampiran 2.1

Pada merencanakan elemen kuda-kuda ada dua hal yang harus diperhatikan, pertama adalah perencanaan elemen tarik (positif) dan perencanaan elemen tekan (negatif). Profil batang menggunakan 2L50x50x5, untuk peraturan perencanaan elemen kuda-kuda berdasarkan SNI 1729:2015. Untuk elemen tarik digunakan pada persamaan $f_t = \frac{N_u}{A_g} \leq f_y$ jika $f_t \geq f_y$ (72,993 Mpa $\leq$ 240 Mpa, memenuhi syarat) maka digunakan batang 2L50x50x5 dengan syarat kelangsingan $\lambda = \frac{L_k}{r} < 240$ (188,421 < 240, memenuhi syarat). Untuk elemen tekan digunakan persamaan $f_c = \frac{\omega N_u}{A_g} \leq f_y$ jika $f_c \leq f_y$ (191,93 Mpa $\leq$ 240 Mpa, memenuhi syarat) maka digunakan batang 2L50x50x5 dengan syarat kelangsingan $\lambda = \frac{L_k}{r} < 200$ (142,43 < 200, memenuhi syarat). Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran 2.1.

Pada sambungan kuda-kuda menggunakan sambungan las (ditentukan). Berdasar dari perhitungan, gaya rencana terbesar $N_u = 45,3014$ kN. Dengan tegangan tarik putus logam las $f_{uw} = 351$ Mpa. Perhitungan sambungan las sudut berdasarkan SNI 1729:2015. Setelah itu dilakukan perhitungan kuat rencana las dipilih yang terkecil $R_u = 286,74$ N/mm. Lalu panjang efektif las L_e ditentukan dengan $L_e = \frac{N_u \cdot 1}{2R_u}$, diperoleh sebesar $L_e = 80$ mm.

2.4.2 Perancangan Struktur Tangga

Untuk merencanakan tangga, terlebih dahulu ditentukan denah ruang tanggaseperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Perencanaan tangga

Dalam merencanakan tangga, perlu diperhatikan adalah menentukan lebar bordes, diambil dari lebar tangga dibagi dua yaitu 2100 mm. Tinggi oprade (O) ditentukan sebesar 175 mm dengan tinggi antara lantai 3500 mm, sehingga jumlah ($ntg = \frac{hlt}{o}$), diperoleh jumlah anak tangga $ntg = 20$. Besarnya antrade (A) ditentukan 300 mm, sehingga lebar tangga Ltg adalah $(\frac{1}{2} \frac{htg}{o} - 1)A$, diperoleh hasil $Ltg = 2700$ mm. Untuk sudut kemiringan tangga adalah $\alpha = \tan^{-1}(\frac{O}{A})$, diperoleh $\alpha = 30,2421^\circ$.

Merencanakan beban tangga dapat dilakukan setelah dimensi ruang tangga dan sudut kemiringan tangga diperoleh, kemudian tebal pelat tangga diperkirakan 130 mm. Beban Qtg (untuk tangga) sebesar 7,76 kN/m² dan Qbd (untuk bordes) sebesar 5,17 kN/m² yang merupakan beban mati. Setelah beban tangga ditentukan, kemudian untuk menghitung gaya-gaya rencana dapat digunakan bantuan *software* SAP2000. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran 2.1.

Dari hasil perhitungan didapat momen terbesar $M_u = 42,2 \text{ kN.m}$ dan gaya geser $V_u = 31,7456 \text{ kN}$. Perhitungan penulangan tangga dibagi menjadi dua yaitu tulangan tumpuan dan lapangan didasarkan pada peraturan SNI 2847:2013. Untuk tulangan tumpuan digunakan tulangan pokok D13-300, tulangan lapangan digunakan tulangan pokok D13-200 dan tulangan susut digunakan P10-200. Untuk (V_u) geser tulangan digunakan untuk cek ketebalantangga dengan $V_c \geq V_u$, diperoleh $86,25 \geq 31,7456$ (memenuhi syarat).

Tabel 2.3 Penulangan Tangga

Tulangan Tumpuan	D13-300
Tulangan Lapangan	D13-200
Tulangan Susut	P10-200

2.4.3 Perancangan Struktur Pelat

Pada perencanaan struktur pelat, dirancang dapat menahan beban mati dan beban hidup secara bersamaan, sesuai kombinasi pembebanan yang berlaku.

Dalam perancangan ini terdapat 2 jenis pelat yaitu pelat atap dan pelat lantai. Dengan ketebalan 100 mm untuk pelat atap dan 120 mm untuk pelat lantai.

Setelah menentukan beban pelat, yang menggunakan peraturan pembebanan SNI 1727:2013. Untuk penulangan pelat harus diperhatikan arah penulangan pelat. Dalam perhitungan penulangan menggunakan penulangan 2 arah yaitu arah x dan arah y. Perhitungan penulangan berdasarkan SNI 2847:2013, perhitungan dapat dilihat pada lampiran 2.1.

Tabel 2.4 Perhitungan Pembebanan Pelat

Fungsi Pelat	Macam Pembebanan	Tebal mm	B. Vol (kN/m ³)	B. Mati (kN/m ²)	B. Hidup (kN/m ²)	W _u = 1,2D + 1,6L (kN/m ²)
Atap	Beban Sendiri	100	24	2,4		
	Beban Pasir	-	-	-		
	Beban Ubin + Spesi	-	-	-		
	Beban Plafon	-	-	0,2		
	Lain-lain : <i>finishing</i> (WP)	20	21	0,42		
	TOTAL			3,02	1	5,22
Lantai	Beban Sendiri	120	24	2,88		
	Beban Pasir	50	18	0,8		
	Beban Ubin	50	21	1,05		
	Beban Plafon	-	-	0,2		
	Lain-lain					
	TOTAL			4,93	4,79	13,58

Perencanaan pelat, dibagi menjadi beberapa tipe yaitu pelat atap A, pelat atap B, pelat lantai C, pelat lantai D, pelat lantai E, dan pelat lantai F. Diambil contoh pelat atap A, tipe pelat atap A memiliki dimensi arah x (L_x) sebesar 3250 mm dan arah y (L_y) 3800 maka ditentukan dari senilai 1,2 yang mana nilainya kurang dari 2 maka akan dirancang sebagai pelat dua arah. Selanjutnya menentukan koefisien momen pelat, didapat koefisien momen lapangan arah x dan y sama dengan negative koefisien momen tumpuan arah x dan y yang senilai x = 46 dan y = 38. Koefisien momen ini digunakan untuk perencanaan penulangan pelat, baik tumpuan dan lapangan. Didapat momen arah x sebesar 2,539 kN.m dan arah y sebesar 2,1 kN.m. Dengan perencanaan penulangan menggunakan tulangan P8 sehingga didapat nilai R_n = 0,4884 dan ρ perlu senilai 0,00205 serta

ρ_{min} senilai 0,002 maka digunakan ρ_{min} untuk mencari As perlu senilai 152mm. Lalu didapatkan nilai sepasi antara As tulangan dan As perlu senilai 200 mm dibulatkan kebawah maka digunakan P8-200. Untuk arah y dan tipe pelat lain akan dilampirkan di lampiran 2.1

2.4.4 Perancangan Struktur Pondasi ,Balok,dan Kolom

Untuk menganalisa struktur secara keseluruhan digunakan bantuan software ETAB untuk menentukan momen dan gaya yang bekerja pada struktur balok,kolom,dan pondasi. Hasil dari analisa ini akan digunakan untuk perhitungan dimensi dan tulangan pada struktur tersebut. Tahapan menganalisa menggunakan bantuan program ETABS adalah sebagai berikut:

- A. Memasukkan data material bahan seperti kekuatan bahan dan modulus elastisitas, dalam hal ini beton dengan mutu kekuatan (f_c') 25 MPa, lalu kekuatan baja untuk BjTD 400 MPa dan BjTP 240 MPa.
- B. Memasukkan dimensi penampang pelat, balok, kolom dan sloof yang digunakan.
- C. Memasukkan data beban mati (DL+SDL), beban hidup (LL), serta beban gempa (E).
- D. Memasukkan kombinasi beban berdasarkan SNI 1727:2013.
- E. Untuk proyek ini akan di bangun di Kota Denpasar, berdiri diatas tanah sedang. Untuk parameter gempa berdasarkan SNI 1726:2012 diperoleh dari Desain Spektra Indonesia di puskim.pu.go.id.
- F. Dalam proyek ini menggunakan analisa pembebanan gempa otomatis dari ETABS. Hal ini sama saja seperti analisa beban gempa statik ekivalen yang berdasarkan parameter gempa, berat bangunan, *base shear*, dan distribusi gaya.
- G. Memodelkan struktur berdasarkan data material dan dimensi penampang struktur.

H. Memberikan beban yang sudah didefinisikan pada struktur sesuai arah sumbu x,y,z.

I. Lalu di *Run Analysis* untuk mendapatkan nilai momen dan gaya yang dibutuhkan untuk perencanaan struktur pelat, balok, kolom, sloof dan pondasi.

Perencanaan balok dengan 3 dimensi penampang.yaitu B1 (250x400),B2 (300x600),B3 (300x300),dan B4 (250x300).Setelah momen dan gaya geser diketahui dari hasil ETABS,maka dilanjutkan dengan menghitung kebutuhan penulangan tumpuan dan lapangan.Disini saya mengambil contoh balok B2 (tumpuan) untuk tahapan pertama menentukan $1,99 \text{ N/mm}$ untuk mengetahui kekuatan nominal berdasarkan momen dari hasil gaya yang terjadi terhadap dimensi balok.lalu menentukan

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 x f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 x R_n}{0,85 x f'_c}} \right) \dots \dots \dots (2-1)$$

senilai 0,005.Menentukan $\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y}$ senilai 0,003 dan

$$\rho_{\text{max}} = \frac{0,429 x 0,85 x f'_c x \beta}{f_y} \text{ senilai } 0,002. \text{ Dengan syarat } \rho \text{ jika } \rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}}$$

$< \rho_{\text{max}}$, maka digunakan ρ perlu .Hasil ini bertujuan untuk mengecek rasio penulangan, antara luas tulangan dan luas penampang.Selanjutnya menentukan luas tulangan AS perlu= $\rho x b x d$ senilai $808,5 \text{ mm}^2$, dengan jumlah tulangan n

$$\text{tul} = \frac{A_{\text{perlu}}}{\frac{1}{4\pi} x D_{\text{tul}}^2} \text{ adalah } 3 \text{ buah (pembulatan keatas), karena adanya pembulatan}$$

keatas, maka ditentukan As aktual= n tul x senilai $1139,82 \text{ mm}^2$.Menentukan nilai

$$a = \frac{A_s x f_y}{0,85 x f'_c x B} = 71,52 \quad \text{Kemudian} \quad \text{menentukan}$$

$M_n = A_s t u l x f_y x (d - \frac{a}{2}) = 229,441 \text{ Kn.m}$.Lalu dilakukan kontrol keamanan balok $\phi M_n (206,497) > M_u (138,998)$, dengan $\phi = 0,9$ memenuhi syarat.Perhitungan untuk tulangan geser berdasarkan V_c (kuat geser beton) $= 0,17 \lambda \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 137,445 \text{ kN}$.Lalu, V_s (kuat geser sengkang) $= (V_u / \phi) - V_c = 68,181 \text{ kN}$.Kemudian $V_s < V_{s \text{max}} (0,66 \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d) = 533,61 \text{ kN}$.memenuhi syarat.Digunakan 2P10, dengan

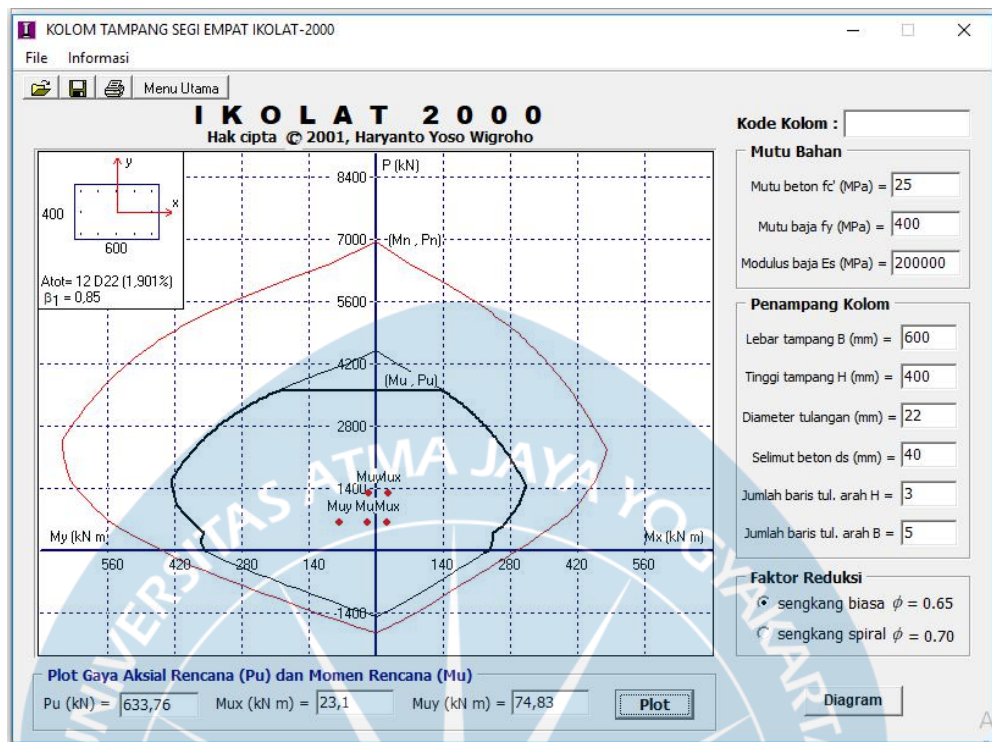
luas tulangan geser (A_v) = $2 \times$ luas tulangan (P10) = 157,08 mm². jarak spasi sengkang di dapat dari $S = (A_v \cdot F_y \cdot d) / V_s = 298,02$ mm. Di cek terhadap $V_s, 0,33 \cdot \sqrt{F_c'} \cdot b \cdot d$ didapat $V_s (68,181 \text{ kN}) < 0,33 \cdot \sqrt{F_c'} \cdot b \cdot d (266,805 \text{ kN})$ maka jarak sengkang ditentukan dari $S = d/2 = 269,5$ mm. Diambil yang terkecil lalu dibulatkan ke bawah maka diperoleh jarak 200 mm, jadi digunakan 2P10-200. Untuk perhitungan balok lainnya terlampir pada lampiran 2.1

JENIS	TUL. TUMPUAN	TUL. LAPANGAN	TUL. GESER
B1 (200X400)	2D22	3D22	2P10-150
B2 (300X600)	3D22	4D22	2P10-200
B3 (300X300)	2D22	2D22	2P10-100
B4 (250X300)	3D22	3D22	2P10-100

Tabel 2.5 Penulangan Balok

Perencanaan struktur kolom yang berbentuk bujur sangkar dengan lebar minimal sama dengan lebar balok yang di tumpunya, dan harus memenuhi ketentuan berdasarkan SNI 2847:2013. Dimensi kolom yang digunakan ada beberapa yaitu kolom C62(400x400) dan kolom C10(400x600). Dalam merencanakan kolom dibantu dengan program IKOLAT 2000. Saya mengambil contoh kolom C10 (400x600) dengan nilai momen rencana $M_{ux} = 23,1$ kN.m dan $M_{uy} = 74,83$ kN.m dengan nilai gaya aksial rencana $P_u = 633,76$ kN. Pada gambar 2.4. Interaksi Kolom, dapat dilihat bahwa kolom yang direncanakan masih mampu menahan beban ultimate yang diberi.

Pada dasarnya, penggunaan program IKOLAT 2000 sama seperti menentukan perhitungan tulangan longitudinal secara manual berdasarkan SNI 2847:2013. Setelah itu dilakukan cek terhadap gaya geser, dengan $V_c = 209,743$ kN, lalu V_s (kuat geser Sengkang) didapat 109,97 kN harus lebih kecil dari persamaan $0,66 \times \sqrt{F_c'} \times b \times d (544,36 \text{ kN})$, memenuhi syarat. Lalu digunakan 2P10, dengan nilai $A_v = 157,08$ mm². Didapatkan jarak spasi 177,92 mm, dicari spasi maksimum Sengkang dengan syarat $0,33 \times \sqrt{F_c'} \times b \times d > V_s (272,2 \text{ kN} > 109,97 \text{ kN})$, memenuhi syarat. Maka spasi maksimum 0,25 d, diperoleh 100 mm (pembulatan kebawah). Jadi digunakan 2P10-100.



Gambar 2.4 Diagram Interaksi Kolom

Pada perencanaan akan digunakan konstruksi pondasi telapak dengan kedalaman 1,75 m dari muka tanah. Daya dukung tanah adalah $\sigma = 140 \text{ kN/m}^2$. Berat volume tanah atau γ tanah adalah 16 kN/m^3 dan berat volume beton atau γ beton adalah 24 kN/m^3 . Tebal pondasi diambil $t = 150 \text{ mm}$. Untuk merencanakan pondasi harus memenuhi ketentuan berdasarkan SNI 2847:2013. Tahapan pertama adalah menghitung daya dukung efektif tanah σ efektif = $\sigma_{ijin} \text{ tanah} - \gamma \text{ tanah} (H - h) - \gamma \text{ beton } h - q = 110,3 \text{ kN/m}^2$. Lalu melakukan cek terhadap tegangan yang terjadi pada tanah terhadap daya dukung efektif tanah, didapat $41,532 \text{ kN/m}^2 < 110,3 \text{ kN/m}^2$, memenuhi syarat. Kemudian menentukan tegangan faktor penulangan pondasi, $Q_u = 44,344 \text{ kN/m}^2$ dilakukan cek tegangan maksimum terhadap daya dukung efektif ($53,2128 \text{ kN/m}^2 < 110,3 \text{ kN/m}^2$, memenuhi syarat). Lalu menentukan momen rencana ($M_u = 8,882 \text{ kN.m}$) dan gaya geser rencana ($V_u = 20,19 \text{ kN}$). Lalu dicari R_n , ρ perlu, ρ_{min} , dan ρ_{max} didapatkan A_s perlu $362,25 \text{ mm}^2$. Digunakan tulangan D13, didapat jarak antar tulangan 300 mm (pembulatan kebawah). Kontrol A_s aktual terhadap A_s perlu didapat 442,441

$\text{mm}^2 > 362,25 \text{ mm}^2$ maka D13-300 memenuhi syarat. Tulangan susut digunakan P10, maka di dapat Asmin adalah 525 mm^2 sehingga jarak antar tulangan 149,6 mm dibulatkan kebawah menjadi 100 mm. Di dapat As aktual dibandingkan terhadap Asmin, $785,3982 \text{ mm}^2 > 525 \text{ mm}^2$, maka P10-100 memenuhi syarat.

