

STUDI ALTERNATIF BAJA-BETON KOMPOSIT HOTEL NEO KOTA BATU MALANG

M Kiki Rizki K E¹⁾, Warsito²⁾, Bambang Suprpto³⁾

¹⁾ Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email: rkiki297@gmail.com

²⁾ Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email: warsito@unisma.ac.id

³⁾ Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email: bambang.suprpto@unisma.ac.id

ABSTRAKSI

Kota Batu merupakan salah satu tempat wisata yang sudah dikenal sebagai salah satu tempat objek wisata. Perkembangan pariwisata di Kota Batu sangat pesat yaitu keindahan wisata alam pegunungan dan wisata lainnya. Hotel Neo Kota Batu yang menggunakan beton konvensional yaitu struktur beton bertulang dan dicor ditempat. Secara umum, tugas akhir ini adalah merencanakan ulang struktur menggunakan struktur komposit baja-beton sebagai alternatif perencanaan yang semula menggunakan beton bertulang. Struktur komposit adalah perpaduan antara profil baja dan beton yang menjadi satu kesatuan struktur. Standard perencanaan yang digunakan yaitu SNI 1729-2015, SNI 2847-2013, SNI 1726-2012, dan SKBI-1.3.53.1987. perhitungan studi alternatif baja beton-komposit menghasilkan tebal plat 125 mm dengan tulangan terpasang Ø10-125, dimensi balok anak yang digunakan WF 250,125,11,5 dengan M-maks = 9141,792 kgm;; dimensi balok induk yang di gunakan WF 600,300,12,17 dengan M-maks = 70941,189 kgm;; dibungkus kolom beton menggunakan 60/40 cm dengan pu-maks = 95804,757 kg dengan M-maks = 73989,702 kgm, pondasi yang di gunakan berupa pondasi tiang pancang dengan poer pondasi 1 m x1,5 m. spesifikasi tiang pancang Ø30 cm sebanyak 2 tiang dalam 1 pondasi dengan jarak antar tiang 120 cm dan kedalaman tiang 7,2 m. untuk tulangan pondasi di gunakan tulangan pokok Ø10 D-22 mm dan tulangan spiral D12-25.

Kata Kunci : Studi Alternati Baja- Beton Komposit Hotel Neo Kota Batu

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota batu merupakan salah satu tempat wisata yang sudah dikenal diseluruh dunia sebagai salah satu objek wisata. Perkembangan pariwisata di kota batu sangat pesat yaitu keindahan wisata lain nya. hal ini dibuktikan dengan banyaknya wisatawan local dan manca negara yang berkunjung baik untuk menghabiskan waktu libur maupun untuk keperluan bisnis. Kebutuhan property khususnya hotel sebagai tempat penginapan sementara semakin meningkat seiring dengan banyaknya wisatawan yang datang di kota batu.

Hotel Neo Kota Batu menggunakan beton bertulang, Pada konstruksi beton bertulang memiliki beban mati yang cukup besar, hal itu akan berdampak pada saats trukturnenahan gaya gempa. Semakin besar beban sendiri maka semakin besar pula gaya gempa yang harus ditahan

Oleh karna itu, perlu adanya perencanaan alternatif untuk Hotel Neo Kota Batu perenanaan struktur akan di rencanakan struktur komposit .” sehingga nantinya dapat diperoleh hasil yang

efisien tanpa mengabaikan faktor keselamatan dan fungsi bangunan tersebut.

Identifikasi Masalah

1. Beban matidanhidup yang bekerjapada pelat lantai sehingga plat lantai bisamengalami lendutan.
2. Beban yang terjadi pada struktur balok akan mengalami lendutan.
3. Terjadinya pada tekuk kolom akibat adanya gaya tekan aksial serta momen lentur yang berasal dari beban kombinasi, beban vertikal maupun horizontal.
4. Jenis pondasi yang dipakai berdasarkan dukung tanah yang ada.

Rumusan Masalah:

1. Berapa dimensi dan penulangan pada plat lantai?
2. Berapa dimensi balok komposit baja-beton yang dibutuhkan?
3. Berapa dimensi kolom agar mampu menahan beban aksial, beban kombinasi dan beban lentur?

4. Berapa dimensi pondasi agar mampu menahan beban yang bekerja?

Tujuan dan Manfaat

Tujuan Penulisan Proyek Akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui berapa dimensi struktur komposit yang direncanakan dan memenuhi persyaratan kuat, aman, dan efektif sesuai fungsi bangunan.
2. Sebagai bahan referensi tambahan terhadap peneliti atau para perencana di bidang sipil.

Lingkup Pembahasan

Batasan masalah dalam Studi perencanaan Hotel Neo kota batu

1. Perhitungan pelat lantai beton
2. Perhitungan balok baja-beton komposit
3. Perhitungan kolom baja-beton komposit
4. Perhitungan analisa struktur
5. Perencanaan shear connector
6. Perhitungan pondasi

METODOLOGI

Metode pengumpulan data

Pengumpulan data merupakan kegiatan mencari data di lapangan yang akan digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian atau perencanaan. Metode yang dilakukan dalam proses pengumpulan data adalah metode Studi Pustaka

- Observasi
Adalah pengumpulan data melalui peninjauan dan pengamatan langsung di lapangan.
- Studi Pustaka
Adalah pengumpulan data dengan data-data hasil penyelidikan, penelitian, tes atau uji laboratorium, pedoman, bahan acuan maupun standar yang diperlukan dalam perencanaan bangunan melalui perpustakaan ataupun instansi – instansi yang terkait.

Peraturan Perencanaan Dasar

1. SNI 1729-2015. Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural.
2. SNI 2847-2013. Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
3. SNI 1726-2012. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

Data Data mutu bahan

- Mutu beton (f_c') : 35 Mpa
- Mutu baja polos (f_y) : 240 Mpa

- Mutu baja ulir (f_y) : 390 Mpa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

Data Umum Bangunan

- Fungsi bangunan : Hotel
- Lokasi : Jalan Abdul Gani Atas Kota Batu Malang-Jawa Timur
- Tinggi bangunan = 24,5 m
- Panjang bangunan = 30,85 m
- Lebar bangunan = 12,9 m

Pelat Lantai

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5\beta(am - 0,2)}$$

Dengan $0,2 < \alpha f m < 2,0$ ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari 125 mm (SNI 2847-2013, pasal 9.5.3.2)

Maka, tebal pelat direncanakan 125 mm = 12,5 cm

Diperoleh $\rho = 0,0012 < \rho_{min} = 0,00616 < 0,5 \rho_b = 0,0354$

ρ dipakai $\rho_{min} = 0,00616$

$A_{sperlu} = \rho_{min} \cdot b \cdot dx = 616,25 \text{ mm}^2$

Dipakai tulangan pokok $\emptyset 10 - 125$

$$A_{sada} = \frac{1000}{125} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \emptyset \text{tulangan}^2 = \frac{1000}{125} \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 = 628 \text{ mm}^2 > A_{sperlu} = 616,25 \text{ mm}^2$$

Balok Anak

Balok anak line A (1-3) direncanakan dengan WF 250,125,6,9

- a. Kontrol terhadap kestabilan profil

$$h_c = h - 2.t_f$$

$$h_c = 250 - 2 \times 9 = 232 \text{ mm}$$

$$\frac{h_c}{t_w} = \frac{22}{6} = 38,67$$

$$\frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{370}} = 87,339$$

$$\frac{h_c}{t_w} \leq \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \longrightarrow \text{Penampang kompak}$$

Tabel 1 Garis netral penampang transformasi

	Luas Transformasi A (cm ²)	Lengan Momen y (cm)	A . y
Pelat Beton	151,51	6,25	946,92
Profil WF	37,66	25,00	941,50
	189,17		1888,42

- Kuat lentur nominal (daerah momen positif)

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b_E} = \frac{37,66 \times 370}{0,85 \times 35 \times 85} = 5,5103$$

$$cm = 55,103 \text{ mm} > (t_s = 125 \text{ mm})$$

Karena $a < t_s$ maka sumbu netral jatuh pada pelat beton

Sumbu netral plastis jatuh pada pelat beton

$$C = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b_e$$

$$= 0,85 \cdot 350 \cdot 5,5103 \cdot 85 = 139342 \text{ kg}$$

Tinggi balok tekan pada sayap profil baja dihitung sebagai berikut:

$$d_f = \frac{h}{2} + t_s - \frac{a}{2}$$

$$= \frac{25}{2} + 12,5 - \frac{5,5103}{2}$$

$$= 22,2448 \text{ cm}$$

Kuat lentur nominal

$$M_n = C \cdot d_f$$

$$= 139342 \times 22,2448$$

$$= 3099641 \text{ kgcm} = 30996,41 \text{ kgm}$$

Kuat lentur rencana

$$\phi \cdot M_n = 0,85 \times 30996,41$$

$$= 26346,95 \text{ kgm} \text{ Cek:}$$

$M_{tumpuan}$

$$\frac{1}{9} \cdot q l^2 = \frac{1}{9} \times 1779,328 \cdot 6,8^2 = 9141,792$$

$$\text{kgm} M_u = 9141,792 \text{ kgm} \leq \phi \cdot M_n = 26346,95 \text{ kgm} \rightarrow \text{OK}$$

Pemeriksaan interaksi geser dan lentur

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375$$

$$\frac{9141,79}{9332,735} + 0,625 \frac{6049,72}{27812,16} \leq 1,375$$

$$1,115 \leq 1,375 \rightarrow \text{OK}$$

Kontrol lendutan

➤ Lendutan beban mati

$$\Delta_{DL} = \frac{5 \cdot W_d \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \times 10,186 \times 680^4}{384 \times 2 \cdot 10^6 \times 16626,77} = 0,853 \text{ cm}$$

➤ Lendutan beban hidup

$$\Delta_{LL} = \frac{5 \cdot W_l \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \times 3,4816 \times 680^4}{384 \times 2 \cdot 10^6 \times 16626,77} = 0,291 \text{ cm}$$

➤ Lendutan total

$$\Delta = \Delta_{DL} + \Delta_{LL}$$

$$\Delta = 0,853 + 0,291 = 1,144 \text{ cm}$$

Lendutan ijin

$$\bar{\Delta} = \frac{L}{360} = \frac{680}{360} = 1,889 \text{ cm}$$

Cek:

$$\Delta = 1,144 \text{ cm} \leq \bar{\Delta} = 1,889 \text{ cm}$$

→ OK

Perhitungan Perencanaan penghubung geser (Shear Connector)

$$q = W_u = 1779,328 \text{ kg/m}$$

$$R_A = \frac{1}{2} \cdot q \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 1779,328 \cdot 6,80 = 6049,72 \text{ kg}$$

$$d_x = R_A - q \cdot x$$

$$d_1 = R_A = 6049,72 \text{ kg}$$

$$d_2 = 6049,72 - 1779,328 \cdot 1 = 4270,39 \text{ kg}$$

Direncanakan penghubung geser stud $\frac{1}{2}$ " x 5 cm, diameter stud yang diijinkan

$$2,5 \times t_f = 2,5 \times 9 = 22,5 \text{ mm} > \frac{1}{2} \text{ " } (= 12,7 \text{ mm})$$

Luas penampang melintang satu buah stud

$$A_{sc} = \frac{\pi \times 12,7^2}{4} = \frac{126,613}{4} = 126,613 \text{ mm}^2$$

kuat geser 1 stud diambil dari nilai yang terkecil diantara

$$Q_n = 0,5 \times A_{sc} \times \sqrt{f'_c \times E_c}$$

$$= 0,5 \times 1,267 \times \sqrt{350 \times 285190,29} = 6324,825 \text{ kgcm}$$

$$A_{sc} \times f_u = 126,613 \times 370 = 46846,681 \text{ kgm}$$

$$= 4684,6681 \text{ kgcm}$$

Diambil $Q_n = 6324,825 \text{ kgcm}$

$$\text{Dipakai dua stud, maka } Q_n \times 2 = 6324,825 \times 2 = 12649,649 \text{ kgcm}$$

Jarak jarak antar shear connector

$$s_1 = \frac{Q_n}{q_1} = \frac{12649,65}{606,013} = 20,05 \text{ cm} \approx 21 \text{ cm}$$

$$s_2 = \frac{Q_n}{q_2} = \frac{12649,65}{427,774} = 27,14 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

$$s_3 = \frac{Q_n}{q_3} = \frac{12649,65}{249,535} = 42,01 \text{ cm} \approx 51 \text{ cm}$$

$$s_4 = \frac{Q_n}{q_4} = \frac{12649,65}{71,296} = 92,94 \text{ cm} \approx 177 \text{ cm}$$

Menentukan koefisien R, CD, le dan Ω_0

Dimana :

R = koefisien modifikasi respon

CD = Faktor pembesaran defleksi

Ω_0 = faktor kuat lebih system

le = faktor keamanan

Ditinjau berdasarkan sistem struktur yang direncanakan yaitu sistem gaya gempa struktur baja dan beton komposit momen menengah, sehingga diperoleh nilai :

R = 5
Cd = 3
Ω0 = 4,5
le = 1

Tabel 2 Balok Induk Untuk tiap portal

Untuk tiap portal		
Lantai	W.h ^k	Fx
1	302552,16	1708,01
2	661184,05	3732,60
3	571282,95	3225,08
4	482180,67	2722,07
5	482180,67	2722,07
6	504918,76	2850,43
7	498513,48	2814,27
	3502812,74	19774,54

Balok induk pelat lantai (*Beam No.4.a*) dengan L = 7,65 dihitung menggunakan momen output hasil analisis 2D dari aplikasi STAADPro, berikut adalah hasil output momen desain balok dari analisis STAADPro :
Momen tumpuan maksimum = -7094,1185 kNm
Fy (*Shear Along*) / Vu : 3033,918 kg
Perencanaan Balok Komposit

Kontrol terhadap kestabilan profil

$$h_c = h - 2.t_f$$

$$h_c = 582 - 2 \times 17 = 548 \text{ mm}$$

$$\frac{h_c}{t_w} = \frac{548}{12} = 45,7$$

$$\frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{370}} = 87,339$$

$$\frac{h_c}{t_w} \leq \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \rightarrow \text{Penampang kompak}$$

Tabel 3 Garis netral penampang tranformasi

	Luas Transformasi A (cm ²)	Lengan Momen y (cm)	A . y
Pelat Beton	170,45	6,25	1065,29
Profil WF	174,5	41,60	7259,20
	344,95		8324,49

$$\bar{y} = \frac{\sum A.y}{\sum A} = \frac{8324,49}{344,95} = 24,13 \text{ cm (diukur dari atas pelat)}$$

Momen inersia penampang

$$\text{Pelat beton} = I_c + A_{tr} (\bar{y} - \frac{1}{2} h_c)^2$$

$$= 1/12 \times b_{tr} \times t_s^3 + A_{tr} (\bar{y} - \frac{1}{2} h_c)^2$$

$$= 1/12 \times 13,636 \times 12,5^3 + 170,45 (24,13 - \frac{1}{2} 6,25)^2$$

$$= 56726,6 \text{ cm}^4$$

$$\text{Baja Profil} = I_x + A_s (y - \bar{y})^2$$

$$= 103000 + 174,5 (41,60 - 24,13)^2$$

$$= 156240,86 \text{ cm}^4$$

$$\text{Total momen inersia } I_{tr} = 56726,6 + 156240,86 = 212967,46 \text{ cm}^4$$

Kuat lentur nominal (daerah momen positif)

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b_E} = \frac{174,5 \times 370}{0,85 \times 35 \times 95,63} = 22,695$$

$$cm = 226,95 \text{ mm} > (t_s = 125 \text{ mm})$$

Sumbu netral plastis jatuh pada profil

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b_E \cdot t_s$$

$$C_c = 0,85 \cdot 350 \cdot 95,625 \cdot 12,5 = 355605 \text{ kg}$$

C

$$\frac{A_s \times f_y - C_c}{2} = \frac{(157,4 \times 3700) - 355605}{2} = 145022,27$$

kg

$$d = \frac{C_s}{b_f \times f_y} = \frac{145022,27}{582 \times 370} = 0,673 \text{ mm} < t_f$$

(14 mm) → OK.

$$\bar{y} = \frac{174,5(29,1) - 0,673(10)(35.29,1)}{174,5 - 0,673(10) \cdot 35} = 28,96$$

cm

$$d'' = d - \bar{y} = 85,2 - 28,96 = 29,24 \text{ cm}$$

$$d' = d'' + \frac{t_s}{2} = 28,96 + 6,26 = 35,49 \text{ cm}$$

Kuat lentur nominal

$$M_n = C_c \cdot d' + C_s \cdot d''$$

$$= 355605 \cdot 0,3549 + 145022,27 \cdot 0,2924$$

$$= 168609,036 \text{ kgm}$$

Kuat lentur rencana

$$\phi \cdot M_n = 0,85 \times 168609,036$$

$$= 143317,681 \text{ kgm}$$

Cek:

$$M_{-maks} = 70941,185 \text{ kgm} = 7094118,5 \text{ kgcm}$$

$$M_u = 70941,185 \text{ kgm} \leq \phi \cdot M_n = 143317,681 \text{ kgm}$$

→ OK

$$F_y (\text{Shear Along}) / V_u = 3033,9 \text{ kg}$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,10 \sqrt{\frac{k_n \cdot E}{f_y}} \rightarrow k_n = 5 \text{ (diasumsi tanpa}$$

$$\text{pengaku vertikal)} \frac{58,2}{1,2} \leq 1,10 \sqrt{\frac{5.200000}{370}}$$

$$48,5 \leq 57,18$$

$$A_w = t_w \cdot h_c = 1,2 \cdot 548 = 65,76 \text{ cm}^2$$

$$V_n = 0,6 \cdot f_{yw} \cdot A_w$$

$$= 0,6 \cdot 3700 \cdot 548$$

$$= 121656 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 121656 = 109490,4 \text{ kg}$$

Cek:

$$V_u = 3033,9 \text{ kg} \leq \phi V_n = 109490,4 \text{ kg}$$

→ OK

- Pemeriksaan interaksi geser dan lentur

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375$$

$$\frac{70941,19}{82668,3012} + 0,625 \frac{3033,9}{109490,4} \leq 1,375$$

$$0,875 \leq 1,375 \rightarrow \text{OK}$$

- Perencanaan penghubung geser (*Shear Connector*)

$$q = W_u = 2619,246 \text{ kg/m}$$

$$P = 13611,86 \text{ kg}$$

Gaya lintang

$$R_A = \frac{1}{2} \cdot q \cdot L + p = \frac{1}{2} \times 2619,246 \times 7,65 + 13611,86 = 23630,47 \text{ kg}$$

$$d_x = R_A - (q \cdot x) - P$$

$$d_1 = 23630,47 - 2619,246 - 13611,86 = 10018,62 \text{ kg}$$

$$d_2 = 23630,47 - 2619,246 \cdot 1 - 13611,86 = 7399,369 \text{ kg}$$

$$d_3 = 23630,47 - 2619,246 \cdot 2 - 13611,86 = 7399,369 \text{ kg}$$

$$d_4 = 23630,47 - 2619,246 \cdot 3 - 13611,86 = 2160,878 \text{ kg}$$

$$d_5 = 23630,47 - 2619,246 \cdot 4 - 13611,86 = 0 \text{ kg}$$

Direncanakan penghubung geser stud $\frac{1}{2}$ " x

5cm, diameter stud yang diijinkan

$$2,5 \times t_f = 2,5 \times 17 = 42,5 \text{ mm} > \frac{1}{2} \text{ " } (= 12,7 \text{ mm})$$

Luas penampang melintang satu buah stud

$$A_{sc} = \frac{\pi \times 12,7^2}{4} = \frac{126,613}{4} = 126,613 \text{ mm}^2$$

kuat geser 1 stud diambil dari nilai yang terkecil diantara

$$Q_n = 0,5 \times A_{sc} \times \sqrt{f'_c \times E_c}$$

$$= 0,5 \times 126,6 \times \sqrt{350 \times 285190,29} = 6324,825 \text{ kgcm}$$

$$A_{sc} \times f_u = 126,613 \times 370 = 46846,681 \text{ kgm}$$

$$= 4684,6681 \text{ kgcm}$$

Diambil $Q_n = 6324,825 \text{ kgcm}$

$$\text{Dipakai dua stud, maka } Q_n \times 2 = 6324,825 \times 2$$

$$= 12649,649 \text{ kgcm}$$

Daya dukung *shear connector*

$$q_1 = \frac{d_1 \cdot S}{I_{tr}} = \frac{10018,62 \times 18824,857}{212967,46} = 415,146 \text{ kg/cm}$$

$$q_2 = \frac{d_2 \cdot S}{I_{tr}} = \frac{7399,369 \times 18824,857}{212967,46} = 306,611 \text{ kg/cm}$$

$$q_3 = \frac{d_3 \cdot S}{I_{tr}} = \frac{4780,124 \times 18824,857}{212967,46} = 198,076 \text{ kg/cm}$$

$$q_4 = \frac{d_4 \cdot S}{I_{tr}} = \frac{2160,878 \times 18824,857}{212967,46} = 89,541 \text{ kg/cm}$$

jarak antar *shear connector*

$$s_1 = \frac{Q_n}{q_1} = \frac{12649,65}{415,146} = 30,470 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

$$s_2 = \frac{Q_n}{q_2} = \frac{12649,65}{306,611} = 41,256 \text{ cm} \approx 41 \text{ cm}$$

$$s_3 = \frac{Q_n}{q_3} = \frac{12649,65}{198,076} = 63,863 \text{ cm} \approx 64 \text{ cm}$$

$$s_4 = \frac{Q_n}{q_4} = \frac{12649,65}{89,541} = 141,272 \text{ cm} \approx 141 \text{ cm}$$

Perhitungan Kolom

Ditinjau pada kolom lantai satu, yaitu berdasarkan hasil analisa Staad.Pro pada *Beam No.19, Node 8* diperoleh nilai maksimum sebagai berikut:

$$M_z (M_u) = 73989,702$$

kgm

$$N_u = F_x = 95804,757 \text{ kg}$$

$$F_y / V_u = 34256,066 \text{ kg}$$

$$\text{Luas profil, } A_s = 163,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas beton, } A_c = 2400 \text{ cm}^2$$

Pemeriksaan terhadap syarat luas minimum profil baja

$$(A_s / A_c) \times 100\% = (163,5 / 2400) \times 100\% = 6,813$$

$$6,813 \% > 4 \% \rightarrow \text{OK}$$

Modifikasi tegangan leleh

$$\text{Luas total tulangan longitudinal, } A_r = 4 \times 1,1304 = 4,5216 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas netto beton, } A_c = 2400 - 163,5 - 4,5216 = 2231,9784 \text{ cm}^2$$

Untuk profil baja yang diselubungi beton, maka:

$$c_1 = 0,7$$

$$c_2 = 0,6$$

$$c_3 = 0,2$$

$$f_{my} = f_y + c_1 \cdot f_{yr} \left(\frac{A_r}{A_s} \right) + c_2 \cdot f'_c \left(\frac{A_c}{A_s} \right)$$

$$= 3700 + 0,7 \cdot 2400 \cdot \left(\frac{4,5216}{163,5} \right) + 0,6 \cdot 300 \cdot \left(\frac{2231,9784}{163,5} \right)$$

$$= 6203,684 \text{ kg/cm}^2$$

Analisa tekuk kolom komposit

$$k_c = 0,65$$

$$L = 390 \text{ cm}$$

$$L_k = k_c \cdot L$$

$$= 0,65 \times 390 = 253,5 \text{ cm}$$

Jari – jari girasi kolom diambil yang terbesar diantara:

$$r_y = i_y = 7,04 \text{ cm}$$

$$0,3b = 0,3 \times 40 = 12 \text{ cm}$$

$$r_m = 12 \text{ cm}$$

$$\lambda_c = \frac{k_c \cdot L}{r_m \cdot \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}}$$

$$= \frac{253,5 \times 390}{12 \times 3,14} \sqrt{\frac{6203,684}{2720880,99}}$$

$$= 0,3212$$

karena $0,25 < \lambda_c = 0,3212 < 1,2$ maka,

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c}$$

$$= \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,3212}$$

$$= 1,033$$

$$f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} = \frac{6203,684}{1,033}$$

$$= 6007,446 \text{ kg/cm}^2$$

$$N_n = A_s \cdot f_{cr}$$

$$= 163,5 \times 6007,446 = 982217,44$$

kg

Kuat rencana kolom

$$P_n = N_n = 982217,44 \text{ kg}$$

$$\phi P_n = 0,85 \times 982217,44 = 834884,824$$

kg

Kekuatan aksial profil

$$\phi P_{ns} = 0,85 \cdot A_s \cdot f_y$$

$$= 0,85 \cdot 163,5 \cdot 3700$$

$$= 514207,5 \text{ kg}$$

Perhitungan Sambungan Balok dengan Kolom

Data perhitungan

Dari hasil perhitungan analisa STAADPro diperoleh data sebagai berikut:

Besarnya gaya geser terfaktor dari balok ke kolom

$$R_n = C_{u1} + T_{u1} - V_u$$

$$= \frac{M_{u1}}{0,95 \cdot d_1} + \frac{M_{u2}}{0,95 \cdot d_2} - V_{u22}$$

$$= \frac{6534,641}{0,95 \cdot 44,0} + \frac{11358,646}{0,95 \cdot 68,2} - 34764,19$$

$$= 1412,6864 \text{ kg}$$

Analisa stabilitas rangka

$$N_y = A_{s19} \cdot f_y = 163,5 \times 3700$$

$$= 604950 \text{ kg}$$

$$\phi N_y = 0,75 \cdot 604950 = 453712,5 \text{ kg}$$

$$N_u = 95804,76 \text{ kg} \leq 453712,5 \text{ kg}$$

$$R_v = 0,6 \cdot f_y \cdot d_{19} \cdot t_{w19} \left(1 + \frac{3 \cdot b_{f19} \cdot t_{f19}^2}{d_{3 \cdot d_{19} \cdot t_{w19}}} \right)$$

$$= 0,6 \cdot 3700 \cdot 48,8 \cdot 1,1 \left(1 + \frac{3 \cdot 30 \cdot 1,8^2}{44,0 \cdot 48,8 \cdot 1,1} \right)$$

$$= 133882,15 \text{ kg}$$

$$\phi R_v = 0,9 \cdot 133882,15 = 120493,9309 \text{ kg}$$

$$\text{Cek : } R_n = 1412,6864 \text{ kg} \leq \phi R_v = 120493,9309 \text{ kg}$$

$R_n \leq \phi R_v$ maka tidak dibutuhkan pengaku pada daerah panel

Perhitungan sambungan baut

Kuat geser nominal untuk satu (1) baut

$$V_d = \phi_f \cdot V_n = \phi_f \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,4 \cdot 8250 \cdot 2,84$$

$$= 7029 \text{ kg/baut}$$

Kuat tarik nominal baut untuk satu (1) baut

$$T_d = \phi_f \cdot T_n = \phi_f \cdot 0,75 \cdot f_u^b \cdot A_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,75 \cdot 8250 \cdot 2,84$$

$$= 13179,375 \text{ kg/baut}$$

Kuat tumpu nominal untuk satu (1) baut

$$R_d = \phi_f \cdot R_n = 2,4 \cdot \phi_f \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u^b$$

$$= 2,4 \cdot 0,75 \cdot 1,9 \cdot 2 \cdot 8250$$

$$= 56430 \text{ kg/baut}$$

Menghitung kebutuhan jumlah baut

Untuk menghitung kebutuhan jumlah baut yang dibutuhkan dipakai nilai kuat baut nominal yang terkecil yaitu $V_d = 7029 \text{ kg/baut}$

Gaya tarik dan tekan akibat momen

$$C = T = \frac{M_{u1}}{0,95 \cdot d_1}$$

$$= \frac{6534,641}{0,95 \cdot 44,0}$$

$$= 15633,122 \text{ kg}$$

Jumlah baut yang dibutuhkan

$$n = \frac{T}{V_d} = \frac{15633,122}{7029}$$

$$= 2,2240877 \sim 3 \text{ baut}$$

Gaya geser yang diterima satu (1) baut

$$\frac{V_n}{n} = \frac{1284,865}{3} = 428,2883 \text{ kg/baut}$$

$$\leq V_d \quad \dots \quad \text{OK.}$$

Kontrol terhadap gaya aksial

$$\frac{N_u}{n} = \frac{2525,798}{3} = 841,93267 \text{ kg/baut}$$

$$\leq V_d \quad \dots \quad \text{OK.}$$

Perhitungan Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk

1. Data Perhitungan

Balok anak Line 2 B-D diperoleh dari perhitungan balok anak dengan data sebagai berikut:

$$M_u = 13436,37 \text{ kgm.}$$

$$V_u = 14466,98 \text{ kg}$$

Tabel 4 Profil yang direncanakan

	Balok	
	Balok Induk <i>Beam</i> 4	Balok Anak Line 2
Wf	600,300	400,200
H	58,2	40,0
B	30,0	20,0
Tw	1,2	0,8

Tf	1,7	1,3
As	174,5	84,2

Menghitung kebutuhan jumlah baut

Untuk menghitung kebutuhan jumlah baut yang dibutuhkan dipakai nilai kuat baut nominal yang terkecil yaitu $V_d = 7029 \text{ kg/baut}$

Jumlah baut yang dibutuhkan

$$n = \frac{V_u}{V_d} = \frac{14466,98}{7029} = 2,0582 \sim 3 \text{ baut}$$

➤ Gaya geser yang diterima satu (1) baut

$$\frac{V_u}{n} = \frac{14466,98}{3} = 4822,3267 \text{ kg/baut} \leq V_d = 7029 \text{ kg/baut} \dots \text{OK.}$$

➤ Jarak baut

Jarak dari tepi

$$: 1,5 \cdot d_b \leq s \leq 3 \cdot d_b$$

$$: 1,5 \cdot 1,9 \leq s \leq 3 \cdot 1,9$$

$$: 2,85 \leq s \leq 5,7$$

Jarak antar baut

$$: 2,5 \cdot d_b \leq s \leq 7 \cdot d_b$$

$$: 2,5 \cdot 1,9 \leq s \leq 7 \cdot 1,9$$

$$: 4,75 \leq s \leq 13,3$$

Menentukan luas pelat dasar maksimum (A) yang diperlukan

$$A_{\text{perlu}} = \frac{P_u}{\phi \cdot 0,85 \cdot f'_c} = \frac{95804,757}{0,4 \cdot 0,85 \cdot 300} = 939,2623 \text{ cm}^2$$

Perencanaan dimensi pelat dasar kolom, direncanakan 60 x 40 cm

$$B = 40 \text{ cm } b_f = 300 \text{ mm} = 30,0 \text{ cm}$$

$$N = 60 \text{ cm } d/h = 488 \text{ mm} = 48,8 \text{ cm}$$

$$0,8 b_f = 0,8 \cdot 30 = 24 \text{ cm}$$

$$0,95 d = 0,95 \cdot 48,8 = 46,36 \text{ cm}$$

$$m = 0,5 (N - 0,95d) = 0,5 (60 - 46,36) = 6,82 \text{ cm}$$

$$n = 0,5 (B - 0,8b_f) = 0,5 (40 - 24) = 8 \text{ cm}$$

Nilai m dan n terbesar digunakan untuk mendapatkan tebal pelat.

$$t_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{2 \cdot P_u \cdot n^2}{B \cdot N \cdot 0,9 \cdot f_y}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 95804,757 \cdot 8^2}{40 \cdot 60 \cdot 0,9 \cdot 3700}} = 1,2387 \text{ cm} \sim 2 \text{ cm.}$$

Tebal pelat dasar kolom dipakai 2 cm.

Perhitungan baut angkur

Direncanakan :

Tipe baut : A325, (LRFD, hal 110)

$\phi 3/4" = 1,9 \text{ cm}$ Jumlah

baut : 6 buah

$f'_c = 30 \text{ mPa}$

$f_y = 370 \text{ mPa} = 3700 \text{ kg/cm}^2$

Kekuatan 6 buah baut angkur :

$$\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 1,9^2 \cdot 6 \cdot 3700 = 62911,47 \text{ kg} > V_u = 34256,066 \text{ kg} \dots \text{OK.}$$

Perhitungan sambungan pelat dasar dengan kolom:

Direncanakan menggunakan las sudut :

Ukuran las yang digunakan

$\phi 3/4" = 1,9 \text{ cm}$

Tebal las

Elektroda las yang digunakan E70

$$t_e = 0,707 \cdot \alpha = 0,707 \cdot 1,9 = 1,343 \text{ cm}$$

Kuat tarik E70

$$70 \text{ ksi} = 485 \text{ Mpa} = 4850 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Struktur Baja I, hal 205)}$$

Kekuatan las

$$\phi R_{nw} = \phi \cdot t_e \cdot (0,6 \cdot F_{EXXX}) = 0,75 \cdot 1,35 \cdot (0,6 \cdot 4850) = 2946,37 \text{ kg/cm}$$

- panjang las yang dibutuhkan

$$L_w \leq \text{Keliling profil}$$

$$K_{\text{profil}} = (2 \cdot b_f) + (4 \cdot t_f) + (2 \cdot (b_f - t_w)) + (2 \cdot (d - 2 \cdot t_f)) = (2 \times 30) + (4 \times 1,8) + (2 \cdot (30 - 1,1)) + (2 \cdot (48,8 - 2 \times 1,8)) = 215,4 \text{ cm}$$

$$L_w = \frac{P_u}{\phi R_{nw}} = \frac{95804,757}{2946,375} = 32,516 \text{ cm} \sim 33 \text{ cm}$$

Cek :

$$L_w = 32,516 \text{ cm} \leq K_{\text{profil}} = 215,4 \text{ cm} \dots \text{OK.}$$

- Kekuatan sambungan las (las fillet)

$$T = L_w \cdot \phi R_{nw} = 33 \cdot 2946,3765 = 97230,38 \text{ kg}$$

Cek :

$$T = 97230,38 \text{ kg} > P_u = 95804,76 \text{ kg} \dots \text{OK.}$$

Perhitungan Pondasi

Beban kolom ultimate dari analisa *Staad Pro* yaitu Beam no. 19 diperoleh nilai :

$$M_u/M_z = 73989,702 \text{ kgm}$$

$$P_u/F_x = 95804,757 \text{ kg}$$

Dari data sondir pada titik 1 (S3) di kedalaman 6,6 m di dapat nilai $q_c = 110 \text{ kg/cm}^2$

Dari data sondir pada titik 1 nilai q_c rata-rata yang diperoleh adalah :

$$Q_c = \frac{q_{c5,2} + q_{c5,4} + q_{c5,6} + q_{c5,8} + q_{c6,0} + q_{c6,2} + q_{c6,4} + q_{c6,6} + q_{c6,8} + q_{c7,0} + q_{c7,2}}{11} = 22 \text{ mm}$$

$$= \frac{65+55+58+60+55+52+55+110+120+166+200}{11}$$

$$= 90,55 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan JHP rata-rata dari data sondir titik 1

- $0,00 - 1,00 \text{ C} = \frac{564 - 0}{\frac{100}{812 - 546}} = 5,5 \text{ kg/cm}^2$
- $1,00 - 2,00 \text{ C} = \frac{812 - 546}{\frac{100}{982 - 812}} = 2,7 \text{ kg/cm}^2$
- $2,00 - 3,00 \text{ C} = \frac{982 - 812}{\frac{100}{1164 - 982}} = 1,7 \text{ kg/cm}^2$
- $3,00 - 4,00 \text{ C} = \frac{1164 - 982}{\frac{100}{1530 - 1164}} = 1,8 \text{ kg/cm}^2$
- $4,00 - 5,00 \text{ C} = \frac{1530 - 1164}{\frac{100}{1726 - 1530}} = 3,7 \text{ kg/cm}^2$
- $5,00 - 6,00 \text{ C} = \frac{1726 - 1530}{\frac{100}{2060 - 1726}} = 2,0 \text{ kg/cm}^2$
- $6,00 - 7,00 \text{ C} = \frac{2060 - 1726}{\frac{100}{2160 - 2060}} = 3,3 \text{ kg/cm}^2$
- $7,00 - 7,2 \text{ C} = \frac{2160 - 2060}{\frac{100}{}} = 1 \text{ kg/cm}^2$

$$JHP = (5,5 \cdot 100) + (2,7 \cdot 100) + (1,7 \cdot 100) + (1,8 \cdot 100) + (3,7 \cdot 100) + (2,0 \cdot 100) + (3,3 \cdot 100) + (1 \cdot 100) = 2160 \text{ kg}$$

Dayadukung total tiang

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{A_{\text{tiang}} \cdot Q_c}{3} + \frac{JHP \cdot k}{5}$$

$$= \frac{1256 \cdot 90,55}{3} + \frac{2160 \cdot 125,6}{5}$$

$$= 92169,467 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas didapat daya dukung berdasarkan kekuatan bahan = 98471,757 kg. Sedangkan daya dukung terhadap kekuatan tanah = 92169,467 kg. Jadi daya dukung yang menentukan berdasarkan kekuatan tanah.

Perhitungan efisiensi kelompok tiang

Untuk perhitungan efisiensi kelompok tiang dihitung dengan menggunakan metode CONVERSE - LABARRE :

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \right] \vartheta$$

$$\vartheta = \tan^{-1} (D/s)$$

$$= \tan^{-1} (40/120) = 18,435$$

$$= 1 - \left[\frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \cdot 2 \cdot 1} \right] 18,435$$

$$= 0,898$$

Maka daya dukung 1 tiang dalam kelompok adalah :

$$P_{\text{tiang}} = \eta \cdot n \cdot Q_{\text{tiang}}$$

$$= 0,898 \cdot 1 \cdot 92169,467 \text{ kg}$$

$$= 82768,18 \text{ kg}$$

Perhitungan penulangan poer pondasi

Penulangan poer

Direncanakan :

$$Mu = 73989,702 \text{ kgm}$$

$$P_{\text{total}} = 98471,757 \text{ kg}$$

$$\phi_{\text{pokok}} = 22 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{bagi}} = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal} = 500 \text{ mm}$$

$$d = 500 - 50 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 439 \text{ mm}$$

Tegangan poer

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{Mu}{W}$$

$$= \frac{98471,757}{1,5 \times 1} \pm \frac{73989,702}{\frac{1}{6} \times 1^2 \times 1,5}$$

$$= 65647,84 \pm 361606,81$$

$$\sigma_{\text{maks}} = 361606,65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} = 230310,97 \text{ kg/cm}^2$$

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan perencanaan dan analisa perhitungan Studi Perencanaan Struktur Baja-beton Komposit Pada Hotel Neo Kota Batu Malang, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pelat lantai digunakan ketebalan 12,5 mm dengan tulangan tumpuan dan lapangan $\phi 10$ -250, pelat lt.1 s/d atap digunakan ketebalan 125 mm dengan tulangan tumpuan dan lapangan $\phi 10$ -250.
2. Balok anak menggunakan profil WF 250.125.6.9 dengan $M_{\text{maks}} = 9141,792 \text{ kgm}$. Balok induk menggunakan profil WF 600.300.12.17 dengan $M_{\text{maks}} = 70941,185 \text{ kgm}$.
3. Kolom komposit menggunakan profil WF 500.300.11.18 dibungkus kolom beton 60 cm x 40 cm dengan $Pu_{\text{maks}} = 95804,757 \text{ kg}$ dan $M_{\text{maks}} = 73989,702 \text{ kgm}$. Tulangan yang digunakan yaitu 4 $\phi 12$ sebagai tulangan longitudinal dan $\phi 10$ -300 sebagai tulangan sengkang.
4. Pondasi yang digunakan berupa pondasi tiang pancang dengan ukuran poer pondasi 1 m x 1,5 m. Spesifikasi tiang pancang $\phi 30 \text{ cm}$ sebanyak 2 tiang dalam 1 pondasi dengan jarak antar tiang 120 cm dan kedalaman tiang 7,2 m. Untuk tulangan pondasi digunakan tulangan pokok 10 D-22 mm dan tulangan spiral D12-25

Saran

Saran yang berkaitan dengan perencanaan dan analisa perhitungan Studi Perencanaan Struktur Baja-beton Komposit Pada Hotel Neo Kota Batu Malang, antara lain:

1. Perencanaan pelat lantai dapat menggunakan pelat baja wiremesh.
2. Analisa perhitungan struktur dapat menggunakan analisa 2 dimensi.
3. Aplikasi yang digunakan dalam perencanaan portal dapat menggunakan aplikasi STAD PRO atau ETABS.
4. Pemilihan profil yang akan digunakan hendaknya disesuaikan dengan bahan yang ada dipasaran dengan mempertimbangkan mutu baja

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiawan, 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Asroni, H. Ali. 2010 *Balok dan Pelat Beton Bertulang. Graha ilmu*. Yogyakarta.
- G. Salmon, Charles & E. Johnson, John. 1991. *Struktur Baja Desain Dan Perilaku Jilid 2 Edisi Kedua*. Jakarta. Erlangga.
- Sardjono, 1988, *Pondasi Tiang Pancang Jilid 2*, Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya.