

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR KOMPOSIT BAJA-BETON PADA BANGUNAN GEDUNG KULIAH BERSAMA 5 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Satria Pinandita Wishnumurti¹, Warsito², Bambang Suprpto³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail : 22001051005@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail : warsito@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail : bambang.suprpto@unisma.ac.id

ABSTRACT

In the construction of Joint Lecture Building 5, University of Muhammadiyah Malang, reinforced concrete structures are used. However, construction using reinforced concrete structures has a relatively large dead load, so that the building becomes less effective because it has to bear a greater load. Therefore, it is necessary to have an alternative composite structure planning that combines two materials, namely steel and reinforced concrete. to help analyze the structure. This study uses ETABS v.18.1.1 software. From the calculation results, it is known that the floor slab thickness is 125 mm with the main reinforcement in the x and y directions Ø10 - 125 and the reinforcement for Ø8 - 200. The WF profile dimensions for the child beams are 400.200.8.13 and 350.175.7.10 while the main beam is 500.200.10.16. The column dimensions are 70x70cm with the WF inside 400.400.13.21. The diameter of the bore pile foundation is 50 cm with a total foundation requirement of 6 pieces.

Keywords: Alternative, Composite Structure, ETABS.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan gedung bertingkat merupakan salah satu cara memenuhi kebutuhan akan sarana dan prasana yang semakin hari terus meningkat, selain itu sempitnya lahan pada Pembangunan Gedung membuat kebanyakan gedung menggunakan konsep bentang tinggi untuk memaksimalkan pemanfaatan lahan (Prasetyo, Warsito, dan Suprpto 2023). Pembangunan gedung tinggi pada umumnya menggunakan struktur beton bertulang. Hal tersebut dikarenakan struktur beton bertulang lebih mudah dikerjakan dan tidak memerlukan tenaga ahli khusus. Namun konstruksi menggunakan struktur beton bertulang memiliki beban mati yang relatif besar, sehingga bangunan menjadi kurang efektif karena harus memikul beban yang lebih

besar pula (Mulifandi, Hidayat, dan Setyowulan 2017).

Struktur komposit merupakan struktur yang terdiri dari dua material atau lebih dengan sifat bahan berbeda dan membentuk satu kesatuan sehingga menghasilkan sifat gabungan yang lebih baik (Akbar, Warsito dan Suprpto 2021). Disamping itu struktur komposit juga mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya adalah lebih kuat dan lebih kaku dari pada struktur non komposit. Peran utama dari struktur komposit adalah penghubung geser yang mencegah terjadinya slip pada saat masa layan, interaksi tersebut antara baja dan beton dengan komponen dan karakteristiknya masing-masing material akan menghasilkan struktur menerus yang lebih ekonomis. Ekonomis memiliki makna keseimbangan antara kekuatan yang didapatkan dan proses pelaksanaan yang

dilakukan (Albari, Warsito, dan Bakhtiar 2022).

Kerusakan struktur pada konstruksi gedung dapat terjadi karena ketidakmampuan menahan beban yang diterima. Hal ini juga dapat terjadi karena faktor dari luar yang tidak dapat diprediksi seperti bencana alam, namun tidak menutup kemungkinan faktor kerusakan struktur dapat disebabkan oleh komponen struktur itu sendiri. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan lain untuk mendapatkan struktur yang lebih kuat pada pembangunan Gedung Kuliah Bersama 5 Universitas Muhammadiyah Malang yaitu dengan menggunakan struktur komposit baja-beton. Untuk meminimalisir terjadinya kesalahan dalam perencanaan yang disebabkan oleh faktor manusia (*human error*), maka dalam perencanaan ini digunakan *software ETABS Ultimate versi 18.1.1* yang dapat mendukung dari segi permodelan 3D bangunan dan pengolahan data struktur.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Struktur komposit merupakan penggabungan dua material yaitu baja dan beton sehingga mampu menahan beban lebih besar.
2. Pembebanan pada struktur komposit lebih ringan dibandingkan dengan struktur beton bertulang.
3. Bentangan balok pada struktur komposit bisa lebih panjang dibanding beton bertulang.
4. Pembebanan pada pondasi lebih ringan sehingga dimensi dan jumlah kebutuhan tiang menjadi lebih sedikit.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa tebal dan penulangan pada pelat lantai dan pelat atap yang memenuhi syarat teknis?
2. Berapa dimensi profil baja untuk balok anak dan balok induk agar struktur aman dan stabil?
3. Berapa dimensi profil baja untuk kolom agar mampu menahan beban aksial dan beban kombinasi?
4. Berapa diameter pondasi bore pile dan jumlah kebutuhan tiang pada pondasi?

1.4 Batasan Masalah

1. Tidak menghitung rencana anggaran biaya
2. Tidak menghitung struktur tangga

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Komposit

Struktur komposit merupakan salah satu pengembangan pada ilmu Teknik sipil. Struktur ini merupakan penggabungan dua material, yaitu beton dan baja, yang bekerja secara bersama. Beton memiliki kemampuan untuk menahan kuat tekan yang cukup besar, namun kurang kuat untuk menahan kuat tarik. Sedangkan baja sebaliknya, yaitu mampu menahan kuat tarik, tetapi kurang mampu untuk menahan kuat tekan. Kedua material ini digabungkan sehingga dapat tercipta struktur yang mampu menahan kuat tekan dan tarik.

2.2 Profil baja *Wide Flange* (WF)

Baja profil (*structural steel*) adalah baja yang digunakan dalam konstruksi dengan bentuk yang beragam. Setiap bentuk profil memiliki sifat dan kegunaannya yang berbeda disesuaikan dengan penggunaannya dalam konstruksi.

2.3 Komponen Perencanaan Struktur

Dalam struktur bangunan terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian atas dan bawah. Bagian atas merupakan bagian yang berada di atas permukaan tanah yang terdiri dari pelat, balok, kolom dan atap. Sedangkan bagian bawah merupakan bagian yang terletak di bawah tanah, contohnya adalah pondasi. Kedua bagian ini memiliki fungsi masing-masing untuk menahan beban yang diterima. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan struktur agar bagian-bagian ini dapat bekerja secara maksimal dan menciptakan suatu struktur yang aman bagi penggunaannya.

1. Pelat Lantai

Pelat lantai adalah struktur bangunan yang bukan berada di atas tanah secara langsung. Artinya plat lantai merupakan lantai yang terletak di tingkat dua, Tingkat tiga, tingkat empat, dan seterusnya. Dalam pembuatannya, struktur ini dibingkai oleh balok yang kemudian ditopang kolom pada bangunan.

2. Balok

Balok adalah struktur lateral yang menopang beban horizontal, balok pada bangunan berperan penting dalam menjaga kestabilan terhadap gaya lateral. Balok dibuat dari bahan yang sama dengan kolomnya sehingga hubungan balok dengan kolom bersifat kaku tidak mudah berubah bentuk.

3. Kolom komposit

Kolom adalah elemen utama struktur untuk memikul beban vertikal. Beban ini selanjutnya diteruskan ke pondasi lalu sampai ke tanah. Berdasarkan bahan, kolom terbagi beberapa macam salah satunya yaitu kolom komposit. Kolom komposit terdiri dari dua material yaitu kolom yang terbuat dari profil baja yang diletakan di dalam beton.

4. Pondasi

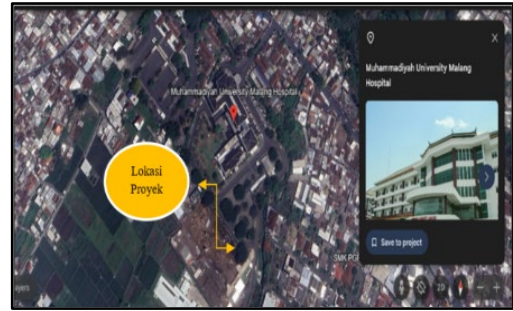
Pondasi merupakan struktur bawah yang yang meneruskan beban dari struktur diatasnya. Pondasi umumnya memiliki dua jenis yaitu pondasi dangkal (shallow foundation) dan pondasi dalam (deep foundation). Untuk pondasi dangkal biasanya dibuat dekat dengan permukaan tanah serta memiliki kedalaman 1/3 dari lebar pondasi sampai kedalam kurang dari 3 meter. Sedangkan pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan dengan kedalaman tertentu, biasanya lebih dari 3 meter, dan dipengaruhi oleh daya dukung dasar pondasi berdasarkan beban struktural dan kondisi permukaan tanah.

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Gedung Kuliah Bersama 5 Universitas Muhammadiyah Malang terletak di Jalan Tlogomas, Dusun Rambaan, Landungsari, Kec. Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur 65151.

Gedung Kuliah Bersama 5 Universitas Muhammadiyah Malang atau GKB 5 UMM ini terletak di Kecamatan Dau, Malang, Provinsi Jawa Timur. GKB 5 UMM memiliki Panjang 64 meter, lebar 31 meter dan tinggi 41,4 meter. Bangunan ini memiliki jumlah 10 (Sepuluh) lantai dan 1 (satu) basement.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

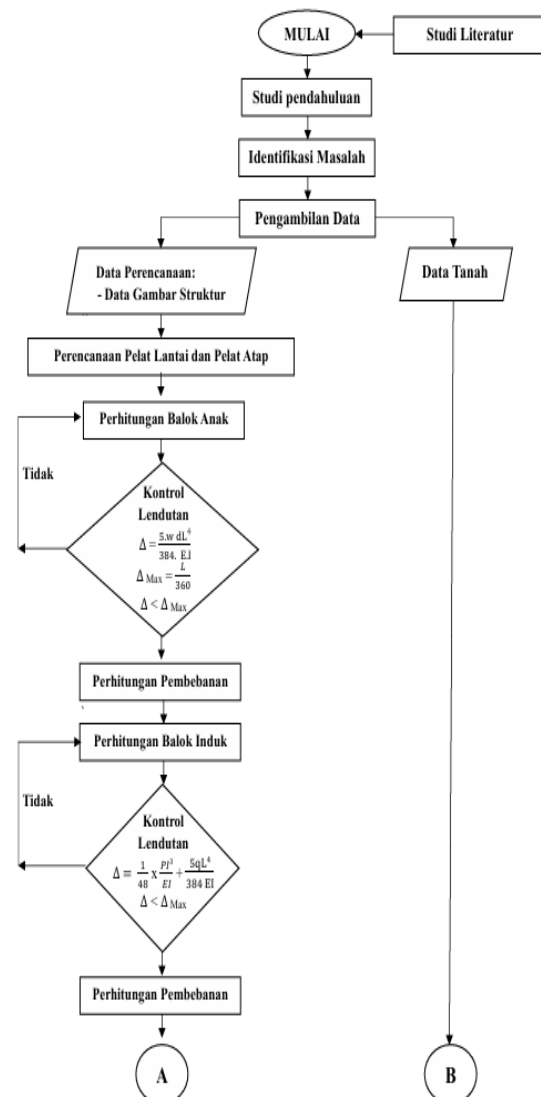
Sumber: Google Earth, 2025

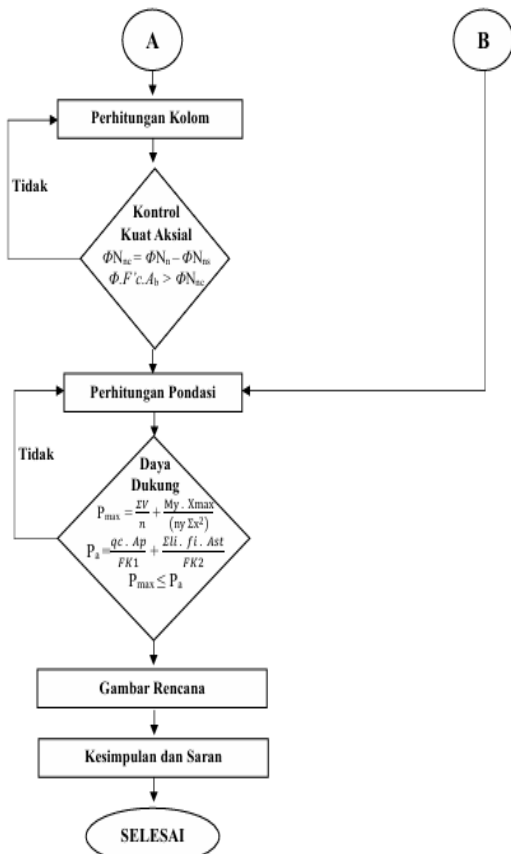
3.2 Pengumpulan Data

Adapun data yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Gambar struktur
2. Data tanah
3. Spesifikasi teknis

3.3 Diagram Alir Penelitian





Gambar 2. Bagan Alir Penelitian
Sumber: Hasil perhitungan, 2025

3.4 Bagan Alir Analisis Menggunakan ETABS



Gambar 3. Bagan Alir Analisis ETABS
Sumber: Hasil perhitungan, 2025

4. HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan

1. Lokasi Bangunan : Dusun Rambaan, Landungsari, Kec. Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur 65151
2. Jenis Tanah : Pasir berlanau, padat
3. Jumlah Lantai : 10 lantai + 1 *basement*
4. Panjang Bangunan: 64 meter
5. Lebar Bangunan : 31 meter
6. Tinggi Bangunan : 41,40 meter
7. Data mutu bahan
 - Mutu beton (f_c) : 30 Mpa
 - Mutu baja polos (f_y): 240 Mpa
 - Mutu baja ulir (f_y) : 420 Mpa
 - Mutu baja profil (f_y): 250 Mpa (BJ-41)
 - (f_u): 410 Mpa (BJ-41)

4.2 Perencanaan Pelat

1. Ketebalan Pelat

Diambil contoh perhitungan pelat lantai dengan dimensi terbesar yaitu 4 m x 4 m. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$L_n = L_y = 4000 \text{ mm} = 400 \text{ cm}$$

$$S_n = 4000 \text{ mm} = 400 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} = \frac{400}{400} = 1$$

$$h_{min} = \frac{L_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta} = \frac{400 \left(0,8 + \frac{240}{1400} \right)}{36 + 9 \cdot 1} = 8,634 \text{ cm}$$

$$h_{max} = \frac{L_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36} = \frac{400 \left(0,8 + \frac{240}{1400} \right)}{36} = 10,793 \text{ cm}$$

Direncanakan tebal pelat lantai sebesar 11 cm = 110 mm

$$h = \frac{L_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0,2)} = \frac{4000 \left(0,8 + \frac{240}{1400} \right)}{36 + 5 \cdot 1 \cdot (\alpha_{fm} - 0,2)} = \frac{3885,714}{36 + 5 \cdot 1 \cdot \alpha_{fm} - 1} = \frac{3885,714}{35 + 5 \cdot \alpha_{fm}} = 110$$

$$5\alpha_{fm} = \frac{388,571}{110} - 35$$

$$\alpha_{fm} = 0,064 < 0,2 \quad (\text{OK})$$

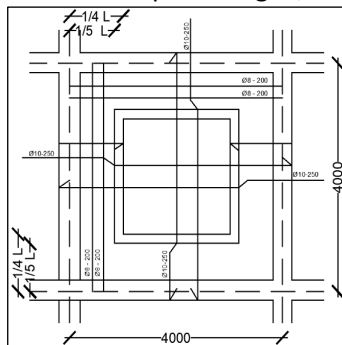
Dikarenakan tebal pelat $\alpha m < 0,2$, sesuai dengan SNI 2847-2019 pasal 8.3.1.2 dengan pelat tidak menggunakan drop panels dan tebal rencana (h_f) tidak boleh kurang dari 125 mm, maka digunakan tebal pelat rencana (h_f) sebesar 125 mm. Sedangkan untuk perhitungan pelat atap, dilakukan dengan cara yang sama. Ditinjau dari dimensi terbesar yaitu sama dengan pelat lantai sebesar 4 m x 4 m, sehingga didapatkan hasil ketebalan pelat 12,5 cm = 125 mm.

2. Perhitungan Statika Momen Pelat

Tabel 1. Statika momen pelat lantai

	Mu (kNm)	As _{perlu} (mm ²)	As _{ada} (mm ²)	Ø pokok	As _{perlu} (mm ²)	As _{ada} (mm ²)	Ø bagi
Mlx	3,818	580	628	10 - 125	175	251	8 - 200
Mly	3,818	522	628	10 - 125	175	251	8 - 200
Mtx	9,454	580	628	10 - 125	175	251	8 - 200
Mty	9,454	522	628	10 - 125	175	251	8 - 200

Sumber: Hasil perhitungan, 2025



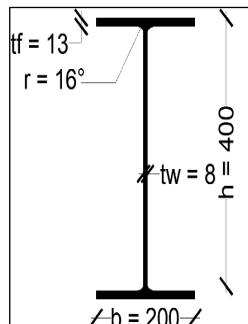
Gambar 4. Penulangan pelat lantai

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

4.3 Perencanaan Balok

1. Balok Anak

Perhitungan tipe balok induk direncanakan dengan dua ukuran berbeda dengan spesifikasi di bawah ini:



Gambar 5. Profil baja WF 400.200.8.13

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

W : 66,00 kg/m

A : 84,1 cm²

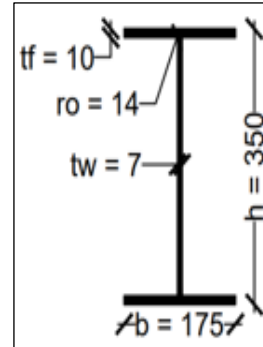
ro : 16 mm

Lx : 23700 cm⁴

Ly : 1740 cm⁴

Zx : 1190 cm³

Zy : 174 cm³



Gambar 6. Profil baja WF 350.175.7.10

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

W : 49,60 kg/m

A : 63,14 cm²

ro : 14 mm

Lx : 13600 cm⁴

Ly : 984 cm⁴

Zx : 775 cm³

Zy : 112 cm³

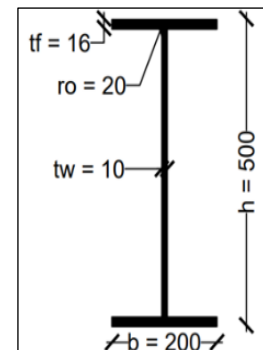
Tabel 2. Statika momen balok anak

Baja WF	Bentang	Momen Ultimate	Lendutan Ijin	Kontrol Lendutan
400.200.8.13	8 m	22.486,660 kgm	800/360	OK
350.175.7.10	6,5 m	21.049,515 kgm	650/360	OK

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

2. Balok Induk

Perhitungan balok induk dilakukan dengan bantuan *software* ETABS v.18.1.1 untuk menganalisis. Tipe balok induk direncanakan dengan dua ukuran berbeda dengan spesifikasi di bawah ini:



Gambar 7. Profil baja WF 500.200.10.16

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

W : 89,6 kg/m
A : 114,2 cm²
ro : 20 mm
Lx : 47800 cm⁴
Ly : 2140 cm⁴
Zx : 1910 cm³
Zy : 214 cm³

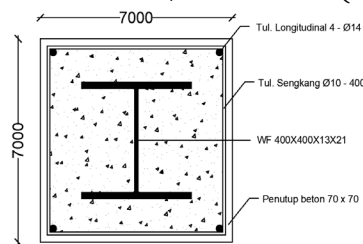
Tabel 3. Statika momen balok induk

Baja WF	Bentang	Momen Ultimate	Lendutan Ijin	Kontrol Lendutan
500.200.10.16	8 m	42.269,910 kgm	800/360	OK

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

4.4 Perencanaan Kolom

Luas profil (A_s) : 218,7 cm²
Luas beban (A_c) : 70 : 70 = 4.900 cm²
Kontrol syarat luas minimum profil baja
 $\frac{AS}{AC} \cdot 100\% = \frac{218,7}{4.900} \cdot 100\%$
 $= 4,463\% > 4\% \text{ (OK)}$



Gambar 8. Penampang kolom komposit

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

Kolom komposit harus memenuhi syarat-syarat kuat rencana kolom komposit:

1. Pemeriksaan syarat jarak tulangan Sengkang
Direncanakan tulangan Sengkang: Ø10-400

Jarak Sengkang = $400 < \frac{2}{3} \cdot \text{dimensi kolom}$
 $= 400 < \frac{2}{3} \cdot 700$
 $= 400 < 466,667 \text{ (OK)}$

2. Pemeriksaan syarat luas tulangan longitudinal

Jarak antar tulangan longitudinal
 $= h - 2(ts) - 2(d.tul.sengkang) - d.tul.Long$
 $= 700 - 2(25) - 2(10) - 14$
 $= 684 \text{ mm}$
Luas tulangan longitudinal
 $= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 14^2 > 0,18 \text{ (684)}$
 $= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 14^2 > 123,84 \text{ mm}^2$
 $= 153,86 \text{ mm}^2 > 123,84 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$

3. Pemeriksaan syarat tulangan lateral
Luas tulangan sengkang

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 > 0,18 \text{ (400)}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 > 72 \text{ mm}^2$$

$$= 78,50 \text{ mm}^2 > 72 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

4. Tegangan leleh modifikasi
Luas tulangan longitudinal (A_r)

$$= 4 \cdot 153,86$$

$$= 615,44 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas netto beton } (A_c)$$

$$= (700 \cdot 700) - 21.870 - 615,44$$

$$= 467.514,56 \text{ mm}^2$$

4.5 Pondasi Bore Pile

1. Nilai Ijin Tekan Tiang (Pa)
Berdasarkan hasil uji N-SPT dengan Metode Mayerhoff didapatkan nilai ijin tekan tiang (Pa) sebagai berikut:

Diambil contoh perhitungan pada kedalaman tanah 1,50 m dengan jenis tanah lempung (*silt/clay*):

- a. Nilai qc

$$qc = 20N$$

$$= 20 \cdot 11$$

$$= 220$$

- b. Luas penampang tiang (diameter rencana: 50 cm)

$$Ap = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,5^2$$

$$= 0,196 \text{ m}^2$$

- c. Keliling penampang tiang

$$Ast = \pi D$$

$$= 3,14 \cdot 0,5$$

$$= 1,57$$

- d. Nilai fi pada kedalaman 1,50 m dengan jenis tanah *silt/clay* adalah 11 ton/m²

Tabel 4. Rekapitulasi hasil daya dukung berdasarkan nilai N-SPT metode Mayerhof

Jenis Tanah	Kedalaman (m)	Li (m)	N	Koefesien t/m ²
Clay	1,5	1,5	11	20
Clay	3,5	2	3	20
Clay	5,5	2	21	20
Clay	7,5	2	50	20
Clay	9,5	2	40	20
Clay	11,5	2	49	20
Clay	13,5	2	14	20
Clay	15,5	2	11	20
Clay	17,5	2	14	20
Clay	19,5	2	7	20
Clay	21,5	2	36	20
Clay	23,5	2	27	20
Clay	27,5	2	19	20

Sand	29,5	2	15	20
Sand	31,5	2	34	40
Sand	33,5	2	50	40
Sand	35,5	2	50	40
Clay	37,5	2	28	20

qc	fi	li.fi	Σli.fi	Pa
t/m ²	ton/m	ton/m	ton/m	ton
220	11	16,5	16,5	19,5727
60	3	6	22,5	10,9900
420	12	24	46,5	42,0760
1000	12	24	70,5	87,5537
800	12	24	94,5	82,0063
980	12	24	118,5	101,3173
280	12	24	142,5	63,0617
220	11	24	164,5	66,0447
280	12	24	188,5	77,5057
140	7	14	202,5	72,7433
720	12	24	226,5	118,2210
540	12	24	250,5	113,9820
380	12	24	274,5	111,0513
300	12	24	298,5	113,3540
680	6,8	13,6	312,1	142,4827
2000	10	20	332,1	235,1127
2000	10	20	352,1	241,3927
2000	10	20	372,1	247,6727
560	12	24	396,1	161,0087

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

e. Daya dukung ijin tekan tiang (Pa)

$$Pa = \frac{qc \cdot Ap}{FK1} + \frac{\Sigma li \cdot fi \cdot Ast}{FK2}$$

$$= \frac{220 \cdot 0,196}{3} + \frac{16,5 \cdot 1,57}{5}$$

$$= 19,5727 \text{ ton}$$

2. Kebutuhan Tiang Bor

a. Kemampuan satu tiang bor (Qsp)

$$W = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot H \text{ tanah keras} \cdot \gamma_{\text{beton}}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,5^2 \cdot 29,5 \cdot 2,4$$

$$= 14,8945 \text{ ton}$$

Sehingga kemampuan satu tiang bor:

$$Qsp = P_{29,5 \text{ meter}} - W$$

$$= 235,1127 - 14,8945$$

$$= 220,2762 \text{ ton}$$

b. Jumlah kebutuhan tiang bor (n)

Diketahui dari analisis menggunakan software ETABS V.18.1.1 didapatkan nilai :

$$P = 8.631.919,89 \text{ kN} = 863,1919 \text{ ton}$$

$$n = \frac{Pu}{Qsp}$$

$$= \frac{863,1919}{220,2762}$$

$$= 3,9187 \sim \text{dipakai 6 tiang}$$

c. Efisiensi tiang

$$Eff = 1 - \theta \frac{(ini-il)m + (imi-ili)n}{90 mn}$$

$$= 1 - 18,433 \cdot \frac{(2-1)^3 + (3-1)^2}{90 \cdot 3 \cdot 2}$$

$$= 0,761$$

$$P_{ijin \text{ 1 tiang}} = Eff \cdot Qsp$$

$$= 0,761 \cdot 220,2762$$

$$= 167,6302 \text{ ton}$$

$$P_{ijin \text{ total}} = Eff \cdot n \cdot Qsp$$

$$= 0,761 \cdot 6 \cdot 220,2762$$

$$= 1005,7813 \text{ ton}$$

Syarat:

$$P_{ijin \text{ total}} > Pu$$

$$1005,7813 \text{ ton} > 863,1919 \text{ ton (OK)}$$

d. Jarak antar tiang bor

$$2,5 d \leq S \leq 4d$$

$$2,5 \cdot 50 \text{ cm} \leq 4 \cdot 50 \text{ cm}$$

$$125 \text{ cm} \leq S \leq 200 \text{ cm}$$

Direncanakan jarak antar tiang bor sebesar 150 cm = 1500 mm

e. Jarak tiang bor ke tepi pile

$$1,5 d \leq S \leq 2d$$

$$1,5 \cdot 50 \text{ cm} \leq S \leq 2 \cdot 50 \text{ cm}$$

$$75 \text{ cm} \leq S \leq 100 \text{ cm}$$

Direncanakan jarak antar tiang bor ke tepi pile cap sebesar 100 cm = 1000 mm

3. Penulangan Pondasi Bore Pile

Direncanakan:

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

$$\text{D. tul pokok} = 22 \text{ mm}$$

$$\text{D. tul sengkang} = 12 \text{ mm}$$

a. Penulangan pokok

$$Ap = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 500^2$$

$$= 196,250 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulangan pokok 3% dari luas tiang

$$As \text{ perlu} = 3\% \cdot 196,250$$

$$= 5.887,5 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{5.887,5}{0,25 \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$= \frac{5.887,5}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22(2)}$$

$$= 15,496 \text{ mm}^2 \sim \text{dipakai 16}$$

$$As \text{ pakai} = n \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot d^2$$

$$= 16 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2$$

$$= 6.079,04 \text{ mm}^2$$

Syarat:

$$As \text{ pakai} > As \text{ perlu (OK)}$$

$$6079,04 \text{ mm}^2 > 5887,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai 16 D 22

b. Penulangan spiral

Direncanakan dengan menggunakan material

$f_c = 30 \text{ MPa}$

$f_y = 390 \text{ Mpa}$

tulangan spiral didapatkan dengan rumus:

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c}{f_y}$$

dimana:

A_g = luas penampang tiang

A_c = luas penampang inti tiang

Mencari nilai luas penampang tiang (A_g)

$$\begin{aligned} A_g &= \frac{1}{4} \pi \phi^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 500^2 \\ &= 196.250 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Mencari nilai luas penampang tiang (A_c)

$$\begin{aligned} A_c &= \frac{1}{4} \pi \phi^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 400^2 \\ &= 125.600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \rho_s &= 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c}{f_y} \\ &= 0,45 \left(\frac{196.250}{125.600} - 1 \right) \frac{30}{390} \\ &= 0,019 \end{aligned}$$

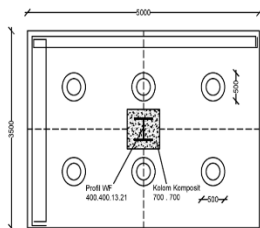
Luas tulangan sengkang

$$\begin{aligned} A_{sp} &= \frac{1}{4} \pi \phi^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak spasi tulangan spiral

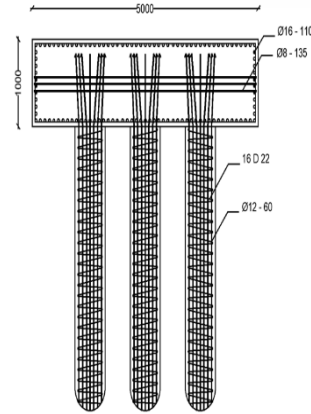
$$\begin{aligned} S &= \frac{4 \cdot A_{sp}}{f_y \cdot \rho_s} \\ &= \frac{4 \cdot 113,04}{f_y \cdot 0,019} \\ &= 59,543 \text{ mm} \sim \text{dipakai jarak } 60 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi tulangan spiral yang digunakan $\phi 12 - 60 \text{ mm}$



Gambar 9. Penulangan *Pile cap*

Sumber: Hasil perhitungan, 2025



Gambar 10. Penulangan pondasi *Bore Pile*

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan alternatif perencanaan menggunakan struktur komposit baja-beton, maka dapat disimpulkan:

1. Tebal pelat lantai dan pelat atap yang digunakan sebesar 125 mm dengan tulangan pokok arah x sebesar $\phi 10 - 125$, tulangan pokok arah y sebesar $\phi 10 - 125$ dan tulangan bagi sebesar $\phi 8 - 200$.
2. Profil baja yang digunakan untuk balok anak yaitu WF 400.200.8.13 dan WF 350.175.7.10. Sedangkan untuk balok induk digunakan profil baja WF 500.200.10.16.
3. Dimensi kolom komposit yang digunakan sebesar 700 mm x 700 mm dengan profil WF 400.400.13.21.
4. Diameter pondasi *bore pile* yang digunakan agar mampu menahan beban maksimum bangunan yaitu sebesar 50 cm dengan jumlah kebutuhan pondasi sebanyak 6 buah.

5.2 Saran

Dari hasil perhitungan alternatif perencanaan menggunakan struktur komposit baja-beton, maka saran untuk penelitian ini adalah:

1. Agar struktur lebih kuat dapat digunakan pelat baja sebagai pengganti pelat beton bertulang.
2. Pondasi *bore pile* dapat diganti dengan menggunakan tiang pancang dengan mempertimbangkan lokasi proyek.

3. Perhitungan analisis dapat menggunakan *software* terbaru *Building Information Modeling* (BIM).

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, y.c., warsito, dkk. 2021. Studi perencanaan gedung kuliah bersama universitas negeri malang dengan menggunakan struktur komposit baja beton.
- Agassi, dicky dryan, warsito warsito, dan eko noerhayati. 2021. "jurusan teknik sipil fakultas teknik universitas islam malang 202."
- Apriliyanti, lisa, warsito warsito, dan bambang suprpto. 2023. "s1_ft_21901051045_lisa apriliyanti".
- Endarwati, ayu, warsito warsito, dan azizah rokhmawati. 2022. "studi alternatif perencanaan gedung hotel aston inn Mojokerto menggunakan struktur komposit."
- Fauzi, muhammad zulfikar, endah wahyuni, dan budi suswanto. 2018. "modifikasi perencanaan struktur gedung apartemen brooklyn alam sutera menggunakan struktur komposit baja-beton dengan sistem rangka berpengaku eksentris." *Jurnal teknik its* 7 (1): 6–11.
- Hafizh albari, muhammad, warsito & anang bakhtiar. 2022. Studi alternatif gedung malang creative center (mcc) kota malang menggunakan konstruksi baja-beton komposit. Skripsi. Universitas islam malang
- Mulifandi, alfian wildan, m taufik hidayat, dan desy setyowulan. 2017. "perencanaan alternatif struktur komposit gedung volendam holland park condotel di kota batu."
- Prasetyo, puguh wahyu, warsito warsito, dan bambang suprpto. 2023. "program studi teknik sipil fakultas teknik universitas islam malang."
- Peraturan beton indonesia (pbi). 1971. Bandung: departemen pekerjaan umum dan tenaga listrik. Perencanaan

Pembebanan untuk rumah dan gedung (ppurg). 1987. Jakarta: departemen pekerjaan umum.

Persyaratan beton struktural untuk bangunan. 2013. Jakarta: badan standarisasi nasional.