

**PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH DENGAN KOMBINASI PONDASI RAKIT DENGAN PILE CAP
MENGUNAKAN PONDASI TIANG BORED PILE PADA GEDUNG UMK 10 LANTAI WILAYAH KLATEN****Jeply Murdiaman¹, Basirun², Guntur Adji Pangestu³**^{1,2} Program Studi Teknik SipilFakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang,
Jalan Perintis Kemerdekaan I/33 Cikokol, Tangerang Kota

*Co Responden Email: jeplymgumt@gmail.com

Abstrak

Indonesia berada dilokasi zona yang rawan gempa karena Indonesia adalah tempat bertemunya 4 lempeng dunia yaitu, lempeng indo-australia, lempeng gurasia, lempeng filipina, dan lempeng pacific. Maka dari itu jika mendesain bangunan Gedung tinggi bangunan Gedung harus memperhatikan tentang ketahanan gempa terutama pada struktur bawah, pemilihan dan perencanaan jenis pondasi sangatlah penting untuk didesain mampu memikul beban di atasnya. Pondasi juga harus didesain memperhatikan penurunan pada pondasi (differential settlement). Pada studi ini pondasi yang direncanakan adalah bangunan Gedung 10 lantai Universitas Muhammadiyah Klaten dengan menggunakan pondasi rakit dengan kombinasi pilecap menggunakan pondasi tiang bored pile D600 yang didesain melalui program ET4S85 v17, dengan mengetahui besaran daya dukung pondasi pada masing-masing group pondasi dan tiang pondasi yang kemudian di input pada program ETABS V17 dengan mengasumsikan pondasi sebagai tumpuan springs pada perencanaan ini pondasi rakit dan pile cap diasumsikan sebagai Area Springs dan pondasi tiang bored pile dimodelkan perletakan tumpuan Point Springs menggunakan nilai K_v dan K_h . Pada hasil perencanaan pondasi ini dapat diketahui kekuatan pondasi terhadap geser | arah dan geser 2 arah dan dimensi pondasi dengan jumlah tulangan yang yang dibutuhkan.

Kata Kunci : Pondasi Rakit, Pilecap, Pondasi Tiang Bored Pile dan ETABS v17**Abstract**

Indonesia is located in an earthquake-prone zone because Indonesia is the meeting place for the 4 world plates, namely, the Indo-Australian plate, the Eurasian plate, the Philippine plate and the Pacific plate. Therefore, if you design a high-rise building, a building must pay attention to earthquake resistance, especially in the lower structure, choosing and planning the type of foundation is very important to be designed to be able to bear the load on it. The foundation must also be designed to take into account the settlement of the foundation (differential settlement). In this study, the planned foundation is a 10-storey building of Muhammadiyah University Klaten using a raft foundation with a combination of pilecap using a bored pile D600 foundation designed through the ETABS v17 program, by knowing the amount of foundation bearing capacity in each group of foundations and foundation piles. When input into the ETABS V17 program by assuming the foundation as the support of the springs in this plan the raft foundation and the pile cap are assumed to be Area Springs and the bored pile foundation is modeled on the Point Springs pedestal placement using the K_v and K_h values. In the results of this foundation planning, it can be seen that the strength of the foundation against one-way shear and two-way shear and the dimensions of the foundation with the required reinforcement.

Keywords: Raft Foundation, Pilecap, Bored Pile Foundation and ETABS v17**1. PENDAHULUAN**

Dalam studi ini direncanakan struktur bawah pada Gedung menggunakan pondasi dengan kombinasi pondasi rakit dengan pile cap menggunakan pondasi tiang bored pile. Pondasi ini diharapkan memiliki ketahanan struktur di atas rata-rata. Kriteria pondasi sangat bergantung kepada beban kondisi tanah dan biaya pembuatan pondasi yang dibandingkan

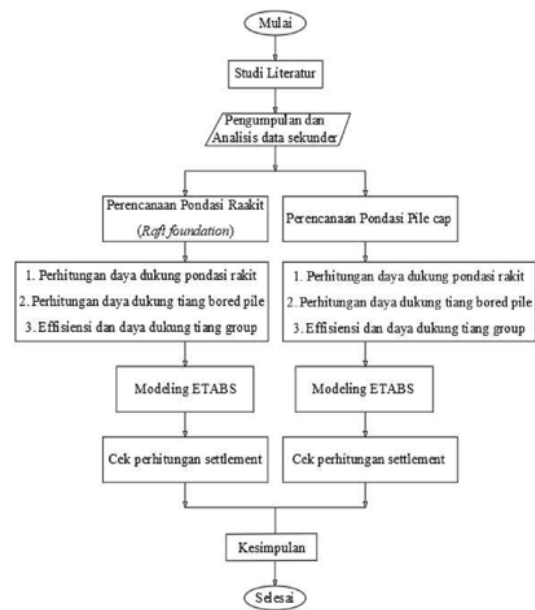
terhadap biaya struktur atasnya. Semakin tingginya daya dukung pondasi maka kekuatan pondasi dalam menerima beban di atasnya maka akan semakin besar dan penurunan yang terjadipun juga akan semakin minim. Pengaruh jumlah, diameter, dan perletakan bored pile pada kombinasi.

Demi mencapai tujuan pendidikan perguruan tinggi, diperlukan sarana dan

prasarana yang baik dan nyaman. Fasilitas prasarana meliputi lahan taman dan bangunan untuk ruang kuliah, ruang dosen, dan lainnya. Oleh sebab itu, gedung fasilitas umum pendidikan Universitas Muhammadiyah Klaten akan dibangun untuk menunjang kegiatan perkuliahan. Pada Tugas Akhir ini gedung ini terdiri dari 10 lantai dan desain awal menggunakan pondasi kombinasi dengan pondasi rakit dengan pilecap. Sebelum merencanakan Pondasi perlu dilakukannya pengujian - pengujian laboratorium tentang karakter fisis jenis tanah karena pondasi tiang meneruskan beban hingga mencapai tanah keras. Namun, apabila tanah keras terlalu dalam sehingga tidak dapat dicapai oleh tiang bored pile, pondasi tiang dapat bekerja dengan meneruskan beban ke tanah melalui tahanan geser yang timbul akibat dengan gesekan antara tanah dan pondasi. Biasanya beberapa pondasi tiang bored pile digunakan dan disatukan oleh poer (pile cap). Apabila tanah dengan daya dukung kecil biasanya akan digunakan pondasi rakit. Pondasi rakit Mampu menampung beberapa buah kolom dalam sebuah pelat beton (concrete slab). Pada saat perencanaan struktur bawah pondasi rakit, yang perlu diperhatikan adalah tidak boleh terjadi differential settlement walaupun beban setiap kolom yang dipikul pada masing-masing joint sangat berbeda. Jadi pondasi rakit ini direncanakan sedemikian rupa agar kaku. Begitu juga pondasi tiang bored pile, dalam perencanaannya juga harus memperhatikan differential settlement karena dapat menimbulkan kerusakan pada struktur atasnya. Pendahuluan berisi mengenai latar belakang dibuatnya studi yang dimaksud. Poin ini juga menjelaskan *novelty* dalam penelitian/kebaruan penelitian dibanding penelitian sebelumnya, serta pentingnya penelitian yang dibuat. Bagian ini menjelaskan hipotesis yang dirumuskan oleh peneliti sehingga menjadi dasar dari penelitian.

2. METODOLOGI

Penelitian dimulai dari tahap pengumpulan data berikut ini adalah diagram alir.



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum

Analisis struktur bawah gedung ini dilakukan dengan menggunakan permodelan struktur 3D dengan bantuan software ETABS V17. struktur bawah dimodelkan dengan pile cap sebagai elemen shell dan bored pile sebagai elemen frame. Dari hasil analisis struktur atas, akan diperoleh besarnya reaksi perletakan untuk proses perhitungan struktur bawah (*pile cap* dan pondasi *bored pile*).

3.2. Analisa Data Tanah

Data tanah yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah berupa data bore log. Hal tersebut dikarenakan pada pengerjaan proyek hanya dilakukan uji bore Jog dan tidak dilakukan uji laboratorium guna mendapatkan parameter fisis tanah lainnya. Maka dari itu perlu dilakukan korelasi NSPT guna mendapatkan parameter fisis tanah lainnya. Adapun data bore Jog dapat dilihat pada Lampiran 1.

Parameter fisis tanah yang diperlukan untuk perhitungan adalah berat jenis tanah (γ), sudut geser tanah (ϕ) dan kerapatan relatif (relative density, D_r). Sedangkan untuk nilai kohesi (C_u) perlu ditentukan karena tanah dilapangan adalah tanah lempung. Lokasi dari bangunan yang direncanakan berada di daerah Klaten. Kondisi tanah di lokasi perencanaan

adalah dominan pasir. Hal ini dapat dilihat dari data tanah pada Lampiran 1. Selain itu, Klaten merupakan daerah dengan zona gempa tinggi.

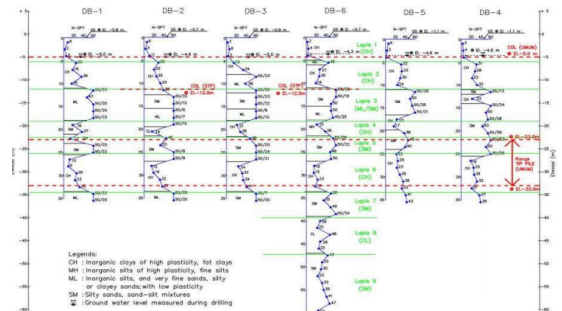
3.2.1. Stratifikasi Tanah

Lokasi dari bangunan yang direncanakan berada di daerah Klaten. Kondisi tanah di lokasi perencanaan adalah dominan lempung. Hal ini dapat dilihat dari data tanah sebagai berikut:

- a) Lapis 1 (Blev. -1 s/d -6 m): berupa lapisan lempung kelanauan (CH) berplastisitas tinggi (LL — 61: PI — 34: & Wn — 57) dengan konsistensi lunak (lunak), dimana NSPT — 4(range 2 - 6) dan g_c — 15 kg/cm²/(range8 —40).
- b) Lapis 2 (Elev. -6 s/d -12 m): berupa lapisan lempung kelanauan (CH) berplastisitas tinggi (LL — 69, PI — 35, & Wn — 39) dengan konsistensi sangat kaku (very stiff), dimana NSPT — 27 (range 16 - 36). Sondir menunjukkan g_c — 35 kg/cm² (range 30 — 45) @ Elev. -6 s/d -8 m dan g_c — 60 kg/cm² (range 50 — 100) @ Elev. -8 s/d -12 m
- d) Lapis 3 (Elev. -12 s/d -19 m): berupa lapisan pasir kelanauan (SM) yang sangat padat (very dense) dan lanau kepasiran (ML) yang keras (hard), dimana NSPT — 67 (range 47 - 5100). Hasil soil boring ini konsisten dengan refusal sondir($g_c \gg 250$ kg/cm²) yang terjadi pada semua sondir.
- e) Lapis 4 (Elev. -19 s/d -22.5 m): berupa lapisan lempung kelanauan (CH) berplastisitas tinggi (LL — 54: PI — 26, & Wn — 42) dengan konsistensi sangat kaku (very stiff), dimana NSPT — 30 (range 16 - 38).
- f) Lapis 5 (Elev. -22.5 s/d -26 m): berupa lapisan pasir kelanauan (SM) yang sangat padat (very dense), dimana NSPT — 54 (range 33 - 5100).

- g) Lapis 6 (Elev. -26 s/d Elev. -34.5 m): berupa lapisan lempung kelanauan (CH) berplastisitas tinggi (LL — 79: PI — 47, & Wn — 43) dengan konsistensi sangat kaku (verystiff), dimana NSPT — 25 (range 9 - 41).
- h) Lapis 7 (Elev. -34.5 s/d Elev. -40 m): berupa lapisan pasir kelanauan (SM) yang sangat padat (very dense) dan lanau kepasiran (ML) yang keras (hard), dimana NSPT — 53 (range 35 - 75).
- i) Lapis 8 (Elev. -40 s/d Elev. -48 m): berupa lapisan lempung kelanauan (CL) berplastisitas rendah (LL — 46, PI — 19, & Wn — 43) dengan konsistensi sangat kaku (very stiff), dimana NSPT — 26 (range 22 - 28).
- j) Lapis 9 (Elev. -48 s/d Elev. -61 m): berupa lapisan pasir kelanauan (SM) yang padat (dense), dimana NSPT — 34 (range 23 - 47).

Gambar 3.1 Profil Tanah



3.2.2. Penentuan Jenis Tanah

Jenis tanah ditetapkan sebagai tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak apabila untuk lapisan setebal maksimum 30 meter paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jenis Tanah Berdasarkan SNI 1726-2019

Kelas situs	\bar{V}_i (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{60}	\bar{s}_v (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastistas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_v < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti B)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastistas sangat tinggi (ketebalan $H > 7.5$ m dengan indeks plastistas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_v < 50$ kPa		

Perhitungan Nilai hasil Test Penetrasi Standar rata-rata (N):

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^M t_i}{\sum_{i=1}^M t_i / N_i}$$

dimana:

- t_i = tebal lapisan tanah ke-i
- N_i = nilai dari hasil Test pengujian Penetrasi Standar lapisan tanah ke-i
- M = jumlah lapisan tanah yang ada di atas batuan dasar

Tabel 3.2 Hasil Nilai Tes penetrasi Rata-rata

Layering t (m)	Depth (m)	N-SPT (blows/ft)	t/N-SPT
1.8	0.0 - 1.8	8	0.2188
1.5	1.8 - 3.3	2	0.7500
1.5	3.3 - 4.8	5	0.3000
1.5	4.8 - 6.3	25	0.0600
1.5	6.3 - 7.8	18	0.0833
1.5	7.8 - 9.3	36	0.0417
1.5	9.3 - 10.8	16	0.0938
1.5	10.8 - 12.3	50	0.0300
1.5	12.3 - 13.8	47	0.0319
1.5	13.8 - 15.3	50	0.0300
1.5	15.3 - 16.8	50	0.0300
1.5	16.8 - 18.3	50	0.0300
1.5	18.3 - 19.8	18	0.0833
1.5	19.8 - 21.3	37	0.0405
1.5	21.3 - 22.8	13	0.1154
1.5	22.8 - 24.3	50	0.0300
1.5	24.3 - 25.8	50	0.0300
1.5	25.8 - 27.3	12	0.1250
1.5	27.3 - 28.8	9	0.1667
1.3	28.8 - 30.0	26	0.0481
$\sum t =$	30.0	$\sum t/N-SPT =$	2.3384

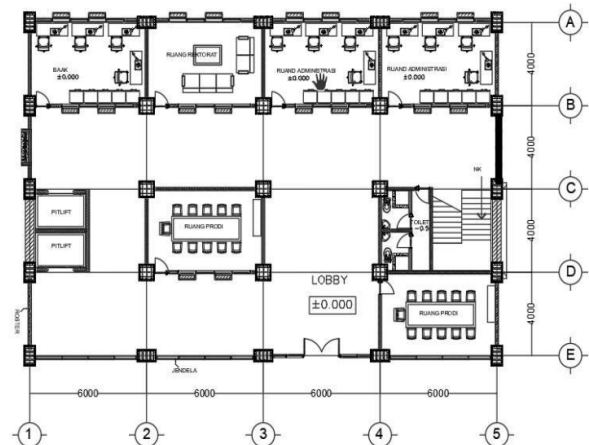
3.3. Pemodelan Struktur

3.3.1. Pemodelan Struktur Atas

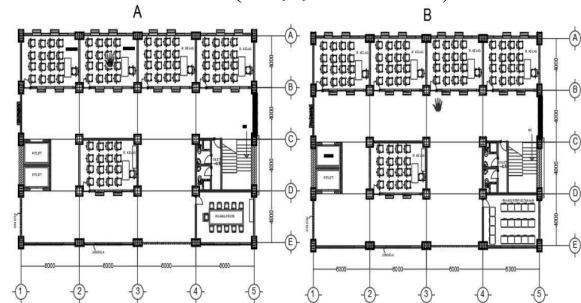
Permodelan struktur bangunan atas dilakukan dengan program bantu Analisa struktur ETABS V17. Permodelan ini bertujuan untuk mendapatkan reaksi perletakan di dasar gedung yang nantinya akan digunakan pada perhitungan perencanaan pondasi. Struktur yang dimodelkan adalah bangunan Universitas yang terdiri dari 10

lantai. Denah dari bangunan hotel yang akan direncanakan adalah sebagai berikut :

Gambar 3.2 Denah Lt 1



Gambar 3.3 (A 2,4,6-109B 3&5)

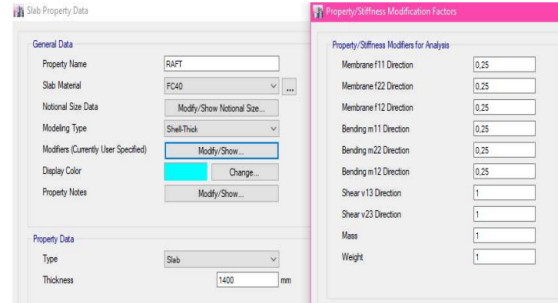


Permodelan struktur bangunan atas dengan program bantu ETABS V17 akan dilakukan secara sederhana dengan memperhitungkan lokasi gempa pada wilayah Klaten. Hal tersebut dikarenakan pada penulisan tugas akhir ini tidak meninjau perencanaan struktur bangunan atas, sehingga permodelan struktur bangunan hanya dilakukan dengan tujuan

mendapatkan reaksi perletakan di dasar bangunan yang direncanakan Nilai reaksi tersebut nantinya akan dipakai untuk perencanaan pondasi. Hasil analisa struktur bangunan atas dengan program ETABS V17 dapat dilihat pada Lampiran 2.

- a) Membuat material elemen Pondasi Rakit, *Pile Cap* dan Pondasi *Bored Pile*

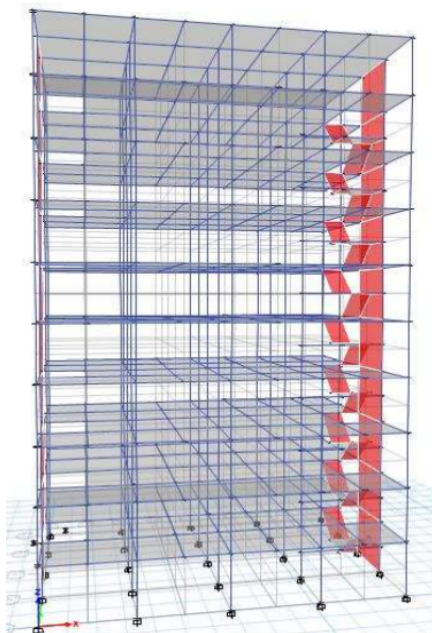
Gambar 3.5 Membuat Material Pondasi



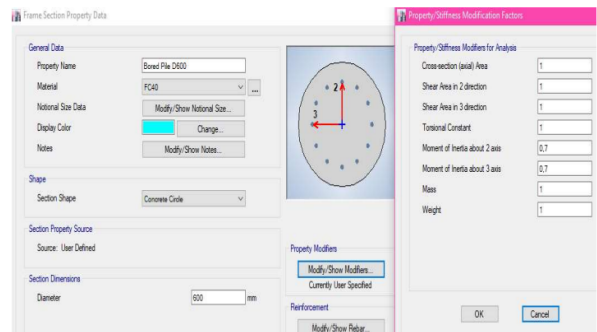
Gambar 4. 8 Membuat material Pondasi



Gambar 3.4 Pemodelan Struktur Atas

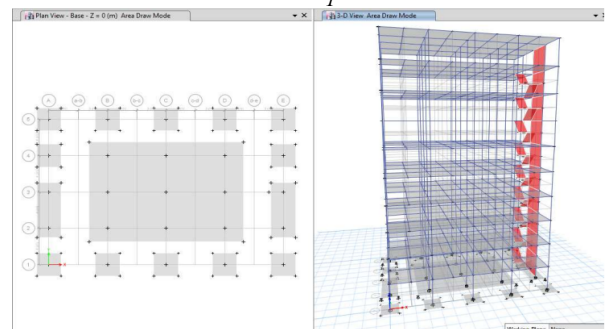


Gambar 3.6 Membuat Material Pondasi Bored Pile



- b) Menggambar desain pondasi yang direncanakan pada ETABS

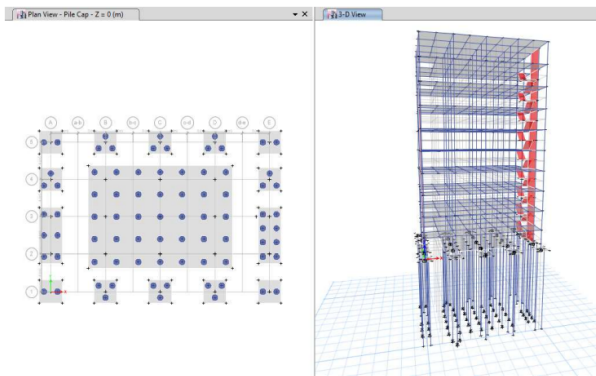
Gambar 3.7 Modeling elemen Pondasi Rakit dan *Pile Cap*



Gambar 3.8 Modeling elemen Pondasi *Bored Pile*

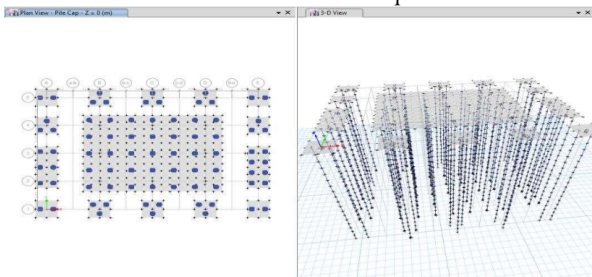
3.3.2. Pemodelan Struktur Bawah

Permodelan struktur bawah yang direncanakan digunakan program bantu *ETABS V17* dengan memodelkan pondasi rakit dan pilecap sebagai element shell thick dengan factor reduksi 2549 lalu pondasi bored pile diasumsikan sebagai element Frame dengan faktor reduksi 70 %. Langkah permodelan pondasi pada tugas akhir ini sebagai berikut:



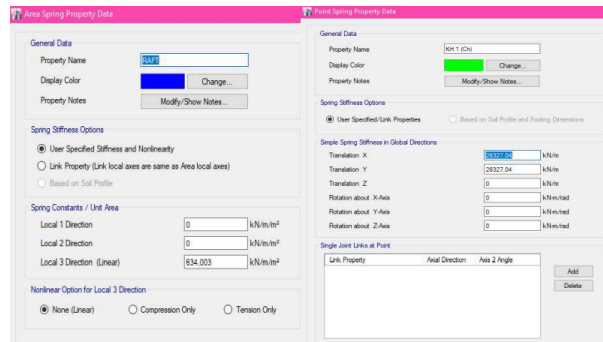
c) Setelah Modeling pondasi telah terdesain maka selanjutnya pondasi rakit dan pile cap dan bored pile di divide per 1m' hal ini dilakukan untuk membagi komponen yang akan dianalisis menjadi elemen-elemen kecil atau diskrit.

Gambar 3.9 Divide elemen pondasi

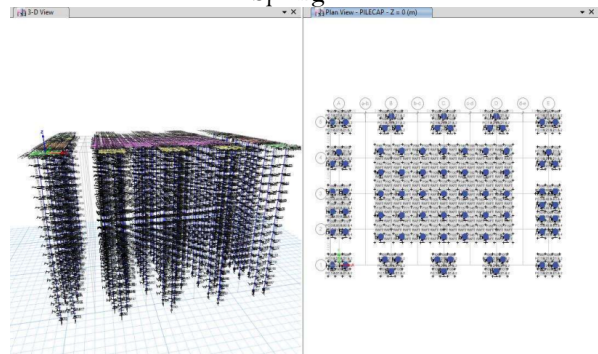


d) Setelah Permodelan selesai maka selanjutnya membuat perletakan pondasi dimana pada perencanaan Tugas Akhir ini pondasi diasumsikan sebagai tumpuan pegas (Springs) dimana pada section pondasi rakit dan pile cap digunakan tumpuan Area Springs dimana nilai pada Area Springs didapat dari hasil perhitungan daya dukung pondasi rakit lalu pada pondasi bored pile digunakan tumpuan Point Springs dengan meng-asumsikan nilai tersebut hasil dari perhitung K_{vd} dan K_H .

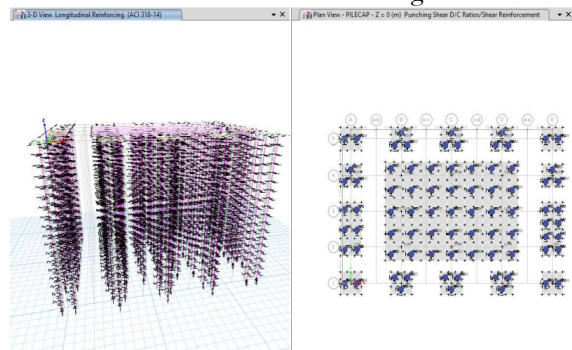
Gambar 3.10 Input nilai Area Springs dan Point Springs



Gambar 3.11 Hasil Input Point Springs dan Area Springs



Gambar 3.12 Hasil Running program Check Structure dan Punching



3.3.3. Pembebanan Struktur

Pembebanan struktur dilakukan berdasarkan pada PPIUG 1983 dan SNI 03-1726-2012. Beban — beban yang bekerja pada struktur dapat dilihat pada rincian sebagai berikut :

- a) Beban mati
 - Berat sendiri beton bertulang = 24000 kg/m³
 - Adukan semen (spesi) = 21 kg/m²
 - Tegel = 24 kg/m²
 - Aspal = 14 kg/m²
 - Dinding setengah bata = 5250 kg/m²
 - Plafond = 11kg/m²

- Penggantung = 7 kg/m²
- Plumbing + Ducting = 30kg/m²
- b) Beban Hidup
 - Lantai atap = 96 kg/m²
 - Lantai Kelas = 250 kg/m²
 - Hujan = 20 kg/m²

c) Beban Gempa
Perhitungan beban gempa rencana pada permodelan kali ini menggunakan beban gempa dinamik. Berikut adalah data data dalam menentukan gempa rencana :

- Fungsi bangunan : Universitas
- Lokasi : Klaten
- Kategori resiko :IV
- Faktor Keutamaan Gempa(IE) 11,50
- Kelas situs : SE (tanah lunak)
- Koefisien Modifikasi Respon(R) :8

Dalam menentukan gaya gempa dinamik yang bekerja pada struktur maka perlu menentukan parameter respon spektrum berdasarkan SNI 03-1726-2012. Nilai parameter respon spektrum untuk wilayah Klaten dengan kelas situs SE dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Parameter Respon Spektrum Gempa Wilayah Klaten

PGA	0,412
Ss	0,894
S1	0,357
Sds	0,596
Sd1	0,238
T0	0,08
Ts	0,399

Perhitungan daya dukung tiang pondasi bored pile pada tanah dilakukan untuk mendapatkan daya dukung tanah di tiap kedalaman tanah. Penentuan dimensi tiang bored pile berpengaruh terhadap daya dukung satu tiang dan juga jumlah tiang yang diperlukan di setiap titik perletakan pondasi yang direncanakan. Maka, pada penulisan tugas akhir ini direncanakan pondasi Bored Pile dengan diameter 600 mm

berdasarkan data SPT Gambar 4.1 DB-1. Contoh perhitungan daya dukung tiang Bored Pile diameter 600 berdasarkan metode Tomlinson pada kedalaman tiang bored pile L- 18 m dalam tanah. Data SPT (Standard Penetration Test) dari lapangan langsung dapat digunakan untuk perhitungan perencanaan pondasi tiang bored pile dapat dilihat pada Gambar 4.1 pada DB- 1 dari Gambar 4.1 DB-1 data-data tersebut diketahui nilai perlayer maka perhitungan daya dukung dihitung sebagai berikut :

$$Q_{ultimate} = 40 N_b A_p + 0,2 N_s A_p$$

$$A_p = 0,6 \times 0,6 = 0,36$$

$$A_s = \pi \cdot D = 3,14 \times 0,6 = 1,88$$

$$N = CH = \frac{(8 + 2 + 5 + 25 + 18 + 36 + 16)}{7}$$

$$= 15,71$$

$$ML = \frac{(50 + 47 + 50 + 50 + 50)}{5}$$

$$= 49,4$$

$$SM = \frac{(18 + 37)}{2}$$

$$CH = 13$$

$$N_s = \frac{(15,71 + 49,4 + 27,5 + 13)}{4} = 26,40$$

$$Q_{ultimate} = 40 N_b A_p + 0,2 N_s A_p$$

$$Q_{ultimate} = 40 \times 13 \times 0,36 + 0,2 \times 26,40 \times 0,36$$

$$= 187,2 + 1,9$$

$$= 189,1$$

$$Q_{allowable} = \frac{Q_{ult}}{S_f}$$

$$Q_{allowable} = \frac{189,1}{3} =$$

$$= 63,03 \text{ Ton} = 630,3 \text{ kN}$$

Keterangan :

Nb = Nilai NSPT = 13

Ns = Nilai NSPT perlayer Gambar 4.1 DB-1

As = Keliling Tiang
SF = Angka keamanan direncanakan = 3(tabel 2.2)
CH = Inorganic Clay of High
ML = Inorganic silt and very sands, silty or clay
SM = Silty sands, sands – silt

Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi bored pile berdasarkan kriteria tanah dari data SPT pada sampel DB-1 tanah untuk tiang bored pile berdiameter 600 deng L Kedalaman — 18 m mempunyai daya dukung sebesar 630,3 KN dengan Sf =3.

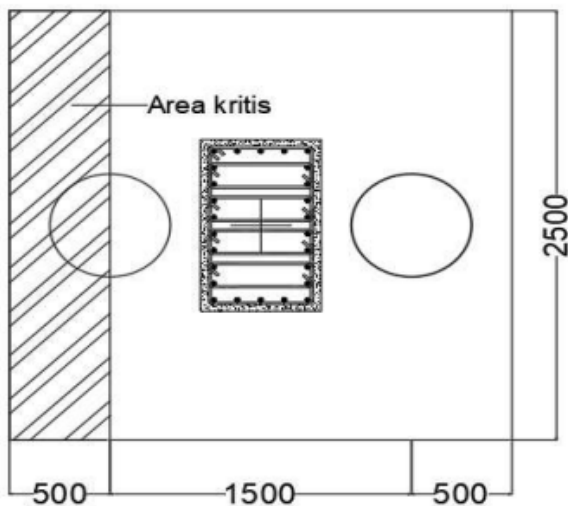
3.3.4. Kontrol Geser Pons

3.3.4.1. Kontrol Geser Pondasi Akibat Kolom

Geser 1 arah

Pu = 1334,5 KN

Gambar 3.13 Bidang kritis untuk geser satu arah



$$Vu1 = Pu \times \text{Area Fefektif}$$

$$= 1334,5 (0,5) (2,5)$$

$$= 1668,12 \text{ KN}$$

$$Vu1 = Pu \times \text{Area Efektif}$$

$$= 1334,5 (0,5) (2,5)$$

$$= 1668,12 \text{ kN}$$

$$\phi Vn = \phi(0,17\lambda\sqrt{f'c} \cdot b \cdot d)$$

$$= 0,75(0,17(1,0)\sqrt{40} \cdot (2500) \cdot (1300))$$

$$= 2.620.737,61$$

$$= 2620,73 \text{ kN} > 1668,12\text{kN OK AMAN}$$

Keterangan :

Pu = nilai Fz dari kolom

d = tinggi efektif pilecap

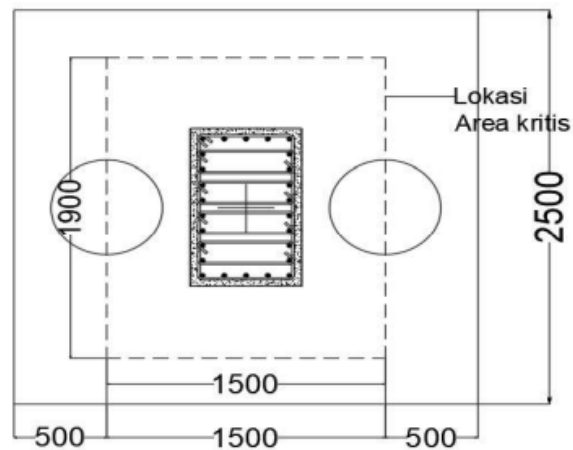
b = lebar pile cap

Geser 2 arah

Pu = 1334,5 KN

$$\sqrt{\frac{1334,5 \text{ kn}}{2 (\text{jumlah tiang})}} = 667,28 \text{ KN}$$

Gambar 3.14 Bidang kritis untuk geser dua arah



$$\text{Tinggi Efektif } (d) = 1400-75-25 = 1300 \text{ mm}$$

$$Bo = 2(c+d) = 2(600+1000+1300) = 5800 \text{ mm}$$

$$Vc^1 = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta c}\right) \cdot \lambda \sqrt{f'c} \cdot bo \cdot d$$

$$Vc^1 = 0,17 \left(1 + \frac{2}{2}\right) \cdot (1,0)\sqrt{40} \cdot (5800) \cdot (1300)$$

$$= 16.213.630,02 \text{ N}$$

$$Vc^2 = 0,083 \left(\frac{\alpha s \cdot d}{bo} + 2\right) \cdot \lambda \sqrt{f'c} \cdot bo \cdot d$$

$$Vc^2 = 0,083 \left(\frac{20 \times 1300}{5800} + 2\right) \cdot (1,0)\sqrt{40} \cdot (5800) \cdot (1300)$$

$$= 25.658.973,92 \text{ N}$$

$$Vc^3 = 0,33 \cdot (1,0)\sqrt{f'c} \cdot bo \cdot d$$

$$Vc^3 = 0,33 \cdot (1,0)\sqrt{40} \cdot (5800) \cdot (1300)$$

$$= 15.736.758,55 \text{ N}$$

Maka

$$\phi Vn = 0,75 Vn = 0,75 \cdot (15.736.758,55) = 11.802.568,91 \text{ N}$$

$$= 11802,56 \text{ kN} > 1334,5 \text{ kN OK AMAN}$$

Keterangan :

Pu = nilai Fz dari kolom

d = tinggi efektif pilecap

bo = lebar pile cap
A = faktor jenis beton
B = ratio sisi terpanjang dan sisi terpendek kolom
as = kolom interior (40) kolom tepi (30) kolom sudut (20)

4. KESIMPULAN

Dari proses analisa dan perhitungan data yang dilakukan pada perencanaan struktur bawah pada bab pembahasan, dapat di ambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada desain pondasi yang direncanakan tiang bored pile yang digunakan adalah bored pile D60 Dengan mutu beton Fc' 40 Mpa dengan tulangan Spiral 12 D22 dengan kebutuhan jumlah pondasi bored pile yang terpasang berikut konfigurasi pondasi bored pile:

Tabel 5.1 Konfigurasi pondasi tiang bored pile

Tipe Pondasi	Diameter Tiang (mm)	Jumlah Tiang	Konfigurasi		
			n (Kolom)	x (meter)	y(meter)
Pilecap PC1	600	2	1	2,5	2,5
Pilecap PC2	600	3	1	2,5	2,5
Pilecap PC3	600	3	1	2,5	2,5
Pilecap PC4	600	6	2	2,5	6
Pilecap PC5	600	8	2	2,5	6
Raft	600	35	9	15,8	11

2. Pondasi didesain dengan program bantu ETABS V17 dengan menghitung nilai modulus subgrade Kv dan Kh dan daya dukung masing masing tiap pondasi lalu memasukan nilai tersebut pada program dengan mengasumsikan nilai yang di input tersebut sebagai perletakan kekakuan tumpuan pegas Point Springs dan Area springs pada program ETABS.

Tabel 5. 2 Perhitungan Springs.

Depth (m)	Kriteria Tanah	Kv kN/m	Kh kN/m
1	CH	13163,52	26327,04
2	CH	13163,52	26327,04
3	CH	13163,52	26327,04
4	CH	13163,52	26327,04
8	CH	13163,52	26327,04
9	CH	13163,52	26327,04
10	CH	13163,52	26327,04
11	CH	13163,52	26327,04
12	ML	13163,52	26327,04
13	ML	20423,85	40847,70
14	ML	20423,85	40847,70
15	ML	20423,85	40847,70
16	ML	20423,85	40847,70
17	SM	22496,74	44993,48
18	SM	22496,74	44993,48

3. Pada desain pondasi yang direncanakan dilakukan perhitungan penurunan (Elastic Settlement) pada pondasi tiang bored pile untuk mengetahui seberapa besar penurunan yang terjadi pada group pondasi. Penurunan pada pondasi dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 5. 3 Perhitungan Settlement Group

Tiang fondasi

Type	Sg (m)
Raft	0,153
PC 1	0,012
PC2	0,015
PC3	0,078
PC4	0,047

4. Dari hasil perhitungan kebutuhan pondasi tiang bored pile yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini tiang bored pile yang dibutuhkan dihitung berdasarkan output nilai reaksi beban struktur atas dari masing-masing titik joint lalu dipakai nilai O ijin tanah dimana Oallowable — 630,3 kN. Berikut adalah kebutuhan pondasi pada tiap titik joint:

Tabel 5. 4 Kebutuhan fondasi tiang bored pile

Joint Label	Reaksi Vertikal	Jumlah Bored Pile	
	kN	Perlu	Dipasang
1	2742,9566	3,95	35
2	2749,2306	3,96	
3	2724,5694	3,92	
4	2721,07	3,92	
5	2782,4464	4,01	
6	2585,565	3,72	
7	2687,021	3,87	
8	2747,6746	3,96	
9	2687,021	3,87	
10	1334,5722	1,92	2
11	1765,674	2,54	3
12	2064,7846	2,97	6
13	2119,8637	3,05	
14	1280,4506	1,84	2
15	1314,3327	1,89	2
16	1744,4621	2,51	3
17	2442,8688	3,52	8
18	2328,8088	3,35	
19	1325,2387	1,91	2
20	1864,8696	2,69	3
21	1865,2964	2,69	3
22	1863,3801	2,68	3
23	1863,3801	2,68	3
24	1863,2057	2,68	3
25	1859,6572	2,68	3
Total Kebutuhan Tiang Bored Pile			81

5. Dari hasil Analisa program ETABS dan perhitungan tulangan didapat hasil kebutuhan tulangan pada masing - masing pondasi sebagai berikut:

Tabel 5. 5 Perhitungan kebutuhan tulangan

Type	Kebutuhan Tulangan Arah X	Kebutuhan Tulangan Arah y
RAFT	82 D25 - 200	57 D25 - 200
PC1	13 D25 - 200	13 D25 - 200
PC2	13 D25 - 200	13 D25 - 200
PC3	13 D25 - 200	31 D25 - 200
PC4	13 D25 - 200	32 D25 - 200

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, Christady, Haris. 2015. Analisis dan Perancang Fpondasi Bagian II Yogyakarta: UGM
- Bowles, J.E., 1983. Analisa dan Desain Pondasi Jilid II. Jakarta: Erlangga.
- Tavio, Wijaya Usman, 2018. Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design). Yogyakarta : Andi
- Hartono ., 2016, Perencanaan Pondasi Rakit dan Pondasi Tiang Dengan Memperhatikan Differential Settlementr “Studi Kasus Gedung Fasilitas Umum

Pendidikan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya (UNTAG)”. Skripsi, Jurusan, Teknik Sipil, ITS, Surabaya

Syaafei Gumilang, I.H., 2016, Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Dengan Memperhitungkan pengaruh Likuifaksi Pada Proyek Pembangunan Hotel Di Lombok. Skripsi, Jurusan, Teknik Sipil, ITS, Surabaya