

**PERENCANAAN PONDASI GEDUNG RUSUNAWA 6 (ENAM) LANTAI
UNIVERSITAS BOJONEGORO**

***FOUNDATION PLANNING OF RUSUNAWA BUILDING 6 (SIX) FLOOR
UNIVERSITY OF BOJONEGORO***

Soegyarto¹, Fuad Anthoni²

¹ Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro

² Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro

Abstrak

Gedung RUSUNAWA adalah tempat tinggal sementara bagi mahasiswa Universitas Bojonegoro selama menempuh masa pendidikan. Gedung tersebut direncanakan dengan jumlah 6 lantai. Jenis pondasi yang akan direncanakan adalah pondasi tiang pancang sehingga tujuan dari peulisan tugas akhir ini adalah perencanaan pondasi yang dapat menjadi acuan dalam pembangunan gedung RUSUNAWA yang belum dibangun, karena adanya acuan awal yang sudah direncanakan sesuai kaidah yang berlaku sesuai pedoman Standart Nasional Indonesia (SNI). Dalam perencanaan pondasi bila beban yang bekerja lebih besar dari daya dukung izin maka akan terjadi penurunan yang berlebihan yang diakibatkan karena kekuatan daya dukung tanah dilampaui bisa mengakibatkan keruntuhan tanah dan kerusakan bangunan akibat penurunan tanah. Hasil yang diperoleh adalah, perhitungan beban struktur dengan bantuan program SAP2000 dalam perencanaan menghasilkan nilai yang aman sesuai dengan standar SNI

Kata kunci : Pondasi, Gedung bertingkat, SNI, SAP 2000

Abstract

The RUSUNAWA building is a temporary residence for Bojonegoro University students during their education period. The building is planned with a total of 6 floors. The type of foundation that will be planned is a pile foundation so that the purpose of this final project is to plan a foundation that can be a reference in the construction of the RUSUNAWA building that has not been built, because of the initial reference that has been planned according to the applicable rules according to the Indonesian National Standard (SNI) guidelines. . In planning the foundation, if the working load is greater than the allowable carrying capacity, there will be an excessive settlement caused by exceeding the carrying capacity of the soil, which can result in soil collapse and damage to buildings due to land subsidence. The results obtained are, the calculation of structural loads with the help of the SAP2000 program in planning produces a safe value in accordance with SNI standards

Keywords : Foundation, Multi-storey building, SNI, SAP 2000

1. Pendahuluan

Pembaharuan sarana dan prasarana terus dilakukan untuk mewujudkan Universitas Bojonegoro sebagai Universitas yang memberikan pendidikan yang bermutu dengan salah satunya memberikan kawasan kampus yang terintegrasi dengan dukungan infrastruktur yang baik. Salah satu upaya yang direncanakan adalah didirikannya Gedung Rumah Susun Sederhana Mahasiswa atau disingkat dengan RUSUNAWA yang akan menjadi tempat tinggal sementara bagi mahasiswa Universitas Bojonegoro selama menempuh masa pendidikan. Dengan rencana pembangunan gedung RUSUNAWA ini diharapkan mahasiswa dapat menimba ilmu dengan baik dan berprestasi karena dapat tinggal dilingkungan Universitas Bojonegoro yang aman dan kondusif.

Dalam perencanaan gedung RUSUNAWA tersebut akan dibangun di lahan kosong di area Universitas Bojonegoro dan direncanakan memiliki bangunan bertingkat sebanyak 6 (enam) lantai. Seperti halnya bangunan gedung lainnya, gedung RUSUNAWA ini strukturnya dibagi menjadi 2 (dua) yaitu struktur atas dan struktur bawah. Pada umumnya kestabilan sebuah gedung tidak hanya ditetapkan dengan struktur atas yang menerima beban yang bekerja pada struktur tersebut melainkan ada bagian yang tak kalah penting dari struktur gedung yaitu struktur bawah berupa pondasi yang menjaga kestabilan struktur bawah (Kartikasari & Sanhadi, 2019).

Pada perencanaan gedung RUSUNAWA 6 (enam) lantai ini untuk struktur pondasinya akan direncanakan pondasi jenis tiang pancang, menurut Hardiyatmo (2020) pondasi tiang pancang digunakan jika kondisi tanah keras atau daya dukung tanah yang cukup terletak sangat dalam. Pemilihan jenis pondasi tiang pancang ini juga karena gedung RUSUNAWA yang memiliki struktur bertingkat enam lantai, serta lebih praktis dan efisien dalam pengerjaannya. Dengan direncanakannya pondasi gedung RUSUNAWA Universitas Bojonegoro ini dapat menjadi acuan dalam pembangunan Gedung RUSUNAWA yang belum dibangun, karena adanya acuan awal yang sudah direncanakan sesuai kaidah yang berlaku sesuai pedoman Standart Nasional Indonesia (SNI). Sehingga makalah ini bertujuan untuk merencanakan pondasi gedung rusunawa 6 (enam) lantai Universitas Bojonegoro.

2. Kajian Pustaka

2.1. Pondasi

Menurut Hardiyatmo (2020), pondasi adalah bagian struktur bangunan paling bawah yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. secara umum jenis pondasi dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal

dapat diartikan pondasi yang hanya bisa menerima beban struktur relatif kecil dan menerima langsung beban bangunan, sedangkan pondasi dalam bisa diartikan pondasi yang bisa menerima beban stuktur yang besar dan meneruskan beban ke tanah keras yang sangat dalam (Hardiyatmo, 2020) :

2.2. Pembebanan

Berdasarkan persyaratan perancangan geoteknik SNI-8460 (2017) pasal 9.3.1 tentang beban maksimum yang bekerja pada pondasi yakni penjumlahan beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Seluruh beban yang disebutkan harus ditransfer ke tanah melalui pondasi. Untuk beban-beban yang akan direncanakan adalah Beban Mati, Beban Hidup, Beban Angin, Beban Gempa, Beban Kombinasi

2.3. Daya Dukung Pondasi Tiang

Menurut Tambunan (2012), dalam menentukan daya dukung tiang dapat dibedakan menjadi 2 (dua) cara menurut cara pendistribusian beban ke dalam lapisan tanah yaitu Pondasi Tiang Dengan Tahanan Ujung (*End Bearing Pile*), Pondasi Tiang Dengan Tahanan Gesek (*Friction Bearing Pile*).

Menurut Tambunan (2012), untuk mengetahui taksiran gaya perlawanan lapisan tanah keras terhadap ujung tiang di Indonesia menggunakan tes tanah dengan alat sondir, dengan alat ini dapat menentukan sampai berapa dalam tiang perlu dipancang dan berapa daya dukung lapisan tanah keras terhadap ujung tiang.

2.4. Menentukan Jumlah Tiang dan Jarak Antar Tiang

Untuk menghitung jumlah tiang yang dibutuhkan dengan membagi beban vertikal yang terjadi dengan daya dukung izin tiang tunggal, seperti persamaan berikut (Pamungkas & Harianti, 2013)

$$np = \Sigma V / Qu$$

Keterangan :

np = jumlah tiang

ΣV = beban vertikal yang terjadi (ton) dengan $\Sigma V = Pu + \text{berat pilecap rencana} + \text{berat tanah urug di atas pilecap}$

Qu = Daya dukung izin tekan tiang tunggal (ton). Untuk jarak antar tiang berdasarkan Dirjen Bina Marga Departemen P.U.T.L (Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik) disarankan menggunakan persamaan berikut (Pamungkas & Harianti, 2013) :

$$2,5dp \leq s \leq 3dp$$

Keterangan :

dp = diameter tiang (m)

s = jarak antar pusat tiang (m)

2.4. Angka Faktor Keamanan

Nilai – nilai angka faktor keamana yang disarankan seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. Angka Faktor Keamanan

Klasifikasi struktur	Angka faktor kemaan (SF)			
	Kontrol baik	Kontrol normal	Kontrol jelek	Kontrol sangat jelek
Monomental	2,3	3	3,5	4
Permanen	2	2,5	2,8	3,4
Sementara	1,4	2	2,3	2,8

Sumber : (Analisis dan Perancangan Fondasi II, 2020)

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Metode Observasi Dengan survey langsung ke lapangan, agar dapat diketahui kondisi real di lapangan sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan pondasi Gedung rusunawa.

3.1. Teknik Pengumpulan Data

Dalam memperoleh data untuk penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data – data yang diperoleh dari data primer dan data sekunder.

1. Data primer diperoleh dengan melakukan observasi lapangan
2. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen – dokumen yang dapat dijadikan acuan dalam penelitian ini.

3.2. Analisis data

Dalam penelitian ini, analisa data dilakukan dengan metode SNI dengan SAP 2000

4. Hasil Dan Pembahasan

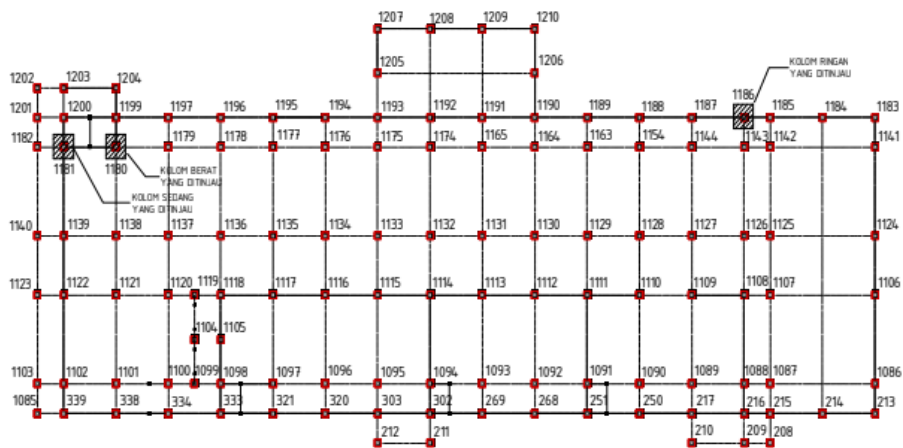
4.1. Beban bangunan pada tumpuan

Hasil output Joint Reactions SAP 2000 selanjutnya diambil tiga contoh tipe sebagai perencanaan pondasi dengan gaya – gaya yang bekerja pada masing-masing kolom yaitu sebagai berikut :

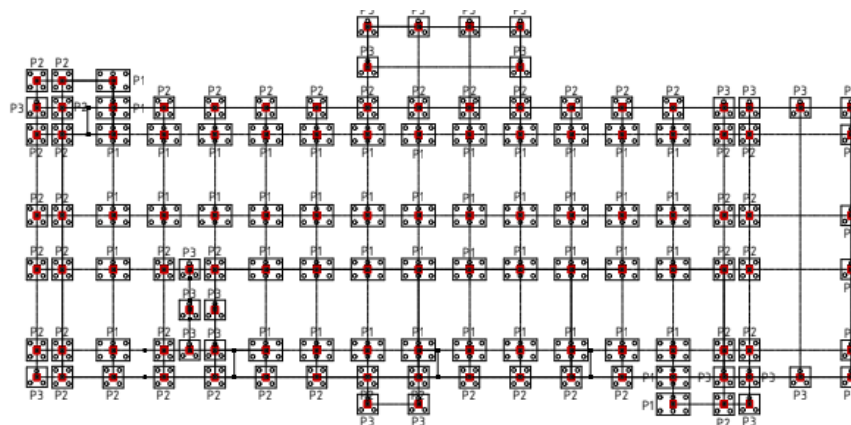
Tabel 2. Gaya Pada Tumpuan Kolom Dasar

No	Tipe kolom	Kolom (label)	Gaya Vertikal Pu	Momen Mx	Momen My	Kombinasi
			ton	ton.m	ton.m	
1	Berat	1180	217,5845	11,6711	3,67931	1,2D + Ev + Eh + L
2	Sedang	1181	184,2328	11,938	3,96302	1,2D + Ev + Eh + L
3	Ringan	1186	133,5584	9,30724	3,96506	1,2D + Ev + Eh + L

Sumber : Hasil *output* SAP2000 (dokumen pribadi)



Gambar 1. Denah Lokasi Kolom yang ditinjau



Gambar 2. Denah Pondasi Rencana

Tabel 3. Kebutuhan Rencana Pondasi

No	Notasi	Keterangan	Jumlah
1	P1	Pondasi Type P1	48
2	P2	Pondasi Type P2	46
3	P3	Pondasi Type P3	28

Sumber : dokumen pribadi

4.2 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Jarak Tiang

Jarak antar tiang tetap sama yaitu memakai jarak 100 cm / 1 m

Efisiensi Kelompok Tiang

Dengan formula converse-labbarre maka perhitungan efisiensi kelompok tiang sebagai berikut

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 mn}$$

$$\begin{aligned} \theta &= \tan^{-1} (dp / s) \\ &= \tan^{-1} (0,40 / 1) \\ &= 21,80140949 \end{aligned}$$

$$m = 3$$

$$n = 2$$

$$\begin{aligned} Eg &= (1 - 21,80140949) \times \frac{(2-1)3 + (3-1)2}{90 \times (3 \times 2)} \\ &= 0,717389136 \end{aligned}$$

Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

$$\begin{aligned} Qg_{ex} &= Qu \times np \\ &= 69,06 \times 6 \\ &= 414,336 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Qg &= Eg \times np \times Qu \\ &= 0,717389136 \times 6 \times 69,06 \\ &= 297,24 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kontrol daya dukung kelompok tiang pancang :

$$\begin{aligned} Qg &> \Sigma V \\ 297,24 \text{ ton} &> 234,544 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

Beban Maksimum Pada Tiang Tunggal

$$P_{mak} = \frac{234,544}{6} + \frac{3,67931 \times 1}{2 \times 4} + \frac{11,67109 \times 0,5}{3 \times 1,5}$$

$$= 60,39 \text{ ton}$$

Kontrol beban maksimum yang terjadi pada tiang :

$$Q_u > P_{mak}$$

$$69,06 \text{ ton} > 60,39 \text{ ton} \quad \text{AMAN}$$

Perencanaan Pondasi Untuk Kolom Sedang (Type P2)

Jarak antar tiang tetap sama yaitu memakai jarak 100 cm / 1

Efisiensi Kelompok Tiang

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 mn}$$

$$\theta = \tan^{-1} (dp / s)$$

$$= \tan^{-1} (0,40 / 1)$$

$$= 21,80140949$$

$$m = 2$$

$$n = 2$$

$$E_g = (1 - 21,80140949) \times \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \times (2 \times 2)}$$

$$= 0,757762117$$

Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Kontrol daya dukung kelompok tiang pancang :

$$Q_g > \Sigma V$$

$$199,94 \text{ ton} > 193,195 \text{ ton} \quad \text{AMAN}$$

Beban Maksimum Pada Tiang Tunggal

$$P_{mak} = \frac{193,195}{4} + \frac{3,96302 \times 0,5}{2 \times 1} + \frac{11,938 \times 0,5}{2 \times 1}$$

$$= 52,27 \text{ ton}$$

Kontrol beban maksimum yang terjadi pada tiang :

$$Q_u > P_{mak}$$

$$65,96 \text{ ton} > 52,27 \text{ ton} \quad \text{AMAN}$$

Perencanaan Pondasi Untuk Kolom Ringan (Type P3)

Jarak antar tiang tetap sama yaitu memakai jarak 100 cm / 1 m

Efisiensi Kelompok Tiang

$$E_g = (1 - 21,80140949) \times \frac{(1-1)3 + (3-1)1}{90 \times (3 \times 1)}$$

$$= 0,838508078$$

Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Kontrol daya dukung kelompok tiang pancang :

$$\begin{aligned} Q_g &> \Sigma V \\ 165,93 \text{ ton} &> 141,741 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

Beban Maksimum Pada Tiang Tunggal

$$\begin{aligned} P_{\text{mak}} &= \frac{141,741}{3} + \frac{3,96506 \times 0,5}{2 \times 0,5} + \frac{9,30724 \times 0,435}{3 \times 0,567675} \\ &= 51,61 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kontrol beban maksimum yang terjadi pada tiang :

$$\begin{aligned} Q_u &> P_{\text{mak}} \\ 65,96 \text{ ton} &> 51,61 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

4.3 Perencanaan Pile Cap

Pile Cap Type P1

Kontrol Gaya Geser pons 1 (satu) Arah

Kontrol keamanan tegangan geser :

$$\begin{aligned} V_u &< \phi V_c \\ 59,292 \text{ ton} &< 0,75 \times 135,694 \text{ ton} \\ 59,292 \text{ ton} &< 101,7705 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

Kontrol Gaya Geser pons 2 (dua) Arah

Kontrol keamanan tegangan geser :

$$\begin{aligned} V_u &< \phi V_c \\ 288,666 \text{ ton} &< 0,75 \times 451,4374 \text{ ton} \\ 288,666 \text{ ton} &< 338,578 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

Penulangan Pile Cap

Penulangan pilecap arah X

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{aligned} A_s \text{ pakai} &> A_s \text{ perlu} \\ 5704,285714 \text{ mm}^2 &> 5587,4 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

Kontrol keamanan momen :

$$\begin{aligned} M_u &< \phi M_n \\ 70,1203 \text{ ton} &< 0,8 \times 135,386 \text{ ton} \\ 70,1203 \text{ ton} &< 108,309 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

Tulangan tekan (atas)

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{aligned} A_s \text{ pakai} &> A_s \text{ tekan} \\ 1244,571429 \text{ mm}^2 &> 1140,857143 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

Penulangan pilecap arah Y

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{array}{lcl} \text{As pakai} & > & \text{As perlu} \\ 4183,142857 \text{ mm}^2 & > & 3809,734395 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Kontrol keamanan momen :

$$\begin{array}{lcl} \text{Mu} & < & \phi \text{Mn} \\ 72,1216 \text{ ton} & < & 0,8 \times 98,621 \text{ ton} \\ 72,1216 \text{ ton} & < & 78,896 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Tulangan tekan (atas) :

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{array}{lcl} \text{As pakai} & > & \text{As tekan} \\ 905,1428571 \text{ mm}^2 & > & 836,6285714 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Pile Cap Type P2

Kontrol Gaya Geser pons 1 (satu) Arah

Kontrol keamanan tegangan geser :

$$\begin{array}{lcl} \text{Vu} & < & \phi \text{Vc} \\ 15,83 \text{ ton} & < & 0,75 \times 56,1 \text{ ton} \\ 15,83 \text{ ton} & < & 42,075 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Kontrol Gaya Geser pons 2 (dua) Arah

Kontrol keamanan tegangan geser :

$$\begin{array}{lcl} \text{Vu} & < & \phi \text{Vc} \\ 124,310 \text{ ton} & < & 0,75 \times 248,4281 \text{ ton} \\ 124,310 \text{ ton} & < & 186,321 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Penulangan Pile Cap

Penulangan pilecap arah X

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{array}{lcl} \text{As pakai} & > & \text{As perlu} \\ 7857,142857 \text{ mm}^2 & > & 7831,021633 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Kontrol keamanan momen :

$$\begin{array}{lcl} \text{Mu} & < & \phi \text{Mn} \\ 91,826 \text{ ton} & < & 0,8 \times 115,117 \text{ ton} \\ 91,826 \text{ ton} & < & 92,094 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{array}{lcl} \text{As pakai} & > & \text{As tekan} \\ 1584 \text{ mm}^2 & > & 1571,428571 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Penulangan pilecap arah Y

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{array}{lcl} \text{As pakai} & > & \text{As perlu} \\ 7857,142857 \text{ mm}^2 & > & 7831,021633 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Kontrol keamanan momen :

$$\begin{array}{lcl} \text{Mu} & < & \phi \text{Mn} \\ 91,826 \text{ ton} & < & 0,8 \times 115,117 \text{ ton} \\ 91,826 \text{ ton} & < & 92,094 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{array}{lcl} \text{As pakai} & > & \text{As tekan} \\ 1584 \text{ mm}^2 & > & 1571,428571 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Pile Cap Type P3

Kontrol Gaya Geser pons 1 (satu) Arah

Kontrol keamanan tegangan geser :

$$\begin{array}{lcl} \text{Vu} & < & \phi \text{Vc} \\ 12,493 \text{ ton} & < & 0,75 \times 56,1 \text{ ton} \\ 12,493 \text{ ton} & < & 42,075 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Kontrol Gaya Geser pons 2 (dua) Arah

Kontrol keamanan tegangan geser :

$$\begin{array}{lcl} \text{Vu} & < & \phi \text{Vc} \\ 98,087 \text{ ton} & < & 0,75 \times 248,4281 \text{ ton} \\ 98,087 \text{ ton} & < & 186,321 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Penulangan pilecap arah X

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{array}{lcl} \text{As pakai} & > & \text{As perlu} \\ 7857,142857 \text{ mm}^2 & > & 7532,4748 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Kontrol keamanan momen :

$$\begin{array}{lcl} \text{Mu} & < & \phi \text{Mn} \\ 88,75 \text{ ton} & < & 0,8 \times 115,12 \text{ ton} \\ 88,75 \text{ ton} & < & 92,094 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{array}{lcl} \text{As pakai} & > & \text{As tekan} \\ 1584 \text{ mm}^2 & > & 1571,428571 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Penulangan pilecap arah Y

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{array}{lcl} \text{As pakai} & > & \text{As perlu} \\ 7857,142857 \text{ mm}^2 & > & 7634,275321 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{array}$$

Kontrol keamanan momen :

$$\begin{aligned} \text{Mu} &< \phi \text{Mn} \\ 88,831 \text{ ton} &< 0,8 \times 113,832 \text{ ton} \\ 88,831 \text{ ton} &< 91,066 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{aligned} \text{As pakai} &> \text{As tekan} \\ 1584 \text{ mm}^2 &> 1571,428571 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

4.4. Penulangan Tiang Pancang

Direncanakan memakai tulangan D16 mm

$$\begin{aligned} \text{As pakai} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \text{Øtulangan}^2 \times \text{jumlah tulangan} \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 \times 8 \\ &= 905,143 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol luas tulangan :

$$\begin{aligned} \text{As pakai} &> \text{As perlu} \\ 905,143 \text{ mm}^2 &> 432,600 \text{ mm}^2 \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

Kontrol keamanan momen :

$$\begin{aligned} \text{Mu} &< \phi \text{Mn} \\ 0,8213 \text{ ton} &< 0,8 \times 10,706 \text{ ton} \\ 0,8213 \text{ ton} &< 8,565 \text{ ton} \quad \text{AMAN} \end{aligned}$$

4.5. Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang Pancang

Penurunan Tiang Tunggal (Elv pondasi - 9,2 m)

$$\begin{aligned} \text{St} &= \frac{dp}{100} + Qu \frac{Lp}{Ap.Ep} \\ &= \frac{40}{100} + 6906 \frac{700}{1257,14 \times 297254,10} \\ &= 0,529 \text{ cm} = 5,29 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penurunan Tiang Tunggal (Elv pondasi - 9 m)

$$\begin{aligned} \text{St} &= \frac{dp}{100} + Qu \frac{Lp}{Ap.Ep} \\ &= \frac{40}{100} + 6596 \frac{700}{1257,14 \times 297254,10} \\ &= 0,524 \text{ cm} = 5,24 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penurunan Tiang Kelompok

Pondasi type P1 (Elv pondasi -9,2 m)

$$\begin{aligned} S_g &= S_t \times \sqrt{(B_g / d_p)} \\ &= 0,529 \times \sqrt{(140 / 40)} \\ &= 0,990 \text{ cm} = 0,90 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol keamanan penurunan :

$$\begin{array}{rclcl} S_g & < & S_{izin} & & \\ 0,990 \text{ cm} & < & 15,233 \text{ cm} & & \text{AMAN} \end{array}$$

Pondasi type P2 (Elv pondasi -9 m)

$$\begin{aligned} S_g &= S_t \times \sqrt{(B_g / d_p)} \\ &= 0,524 \times \sqrt{(140 / 40)} \\ &= 0,9795 \text{ cm} = 9,795 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol keamanan penurunan :

$$\begin{array}{rclcl} S_g & < & S_{izin} & & \\ 0,9795 \text{ cm} & < & 15,233 \text{ cm} & & \text{AMAN} \end{array}$$

Pondasi type P3 (Elv -9 m)

$$\begin{aligned} S_g &= S_t \times \sqrt{(B_g / d_p)} \\ &= 0,524 \times \sqrt{(127 / 40)} \\ &= 0,933 \text{ cm} = 9,33 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol keamanan penurunan :

$$\begin{array}{rclcl} S_g & < & S_{izin} & & \\ 0,933 \text{ cm} & < & 15,212 \text{ cm} & & \text{AMAN} \end{array}$$

5. Kesimpulan

Melalui perhitungan beban struktur dengan bantuan program SAP2000 diperoleh beban untuk tipe kolom berat sebesar 217,5845 ton, untuk tipe kolom sedang sebesar 184,2328 ton, dan untuk tipe kolom ringan sebesar 133,5584 ton. Dari perhitungan pondasi digunakan dimensi tiang pancang diameter 0,4 m dengan panjang 7 m, serta diperoleh daya dukung pondasi sesuai tipe pondasi yaitu untuk tipe pondasi P1 sebesar (Qg) 297,24 ton, untuk tipe pondasi P2 sebesar (Qg) 199,94 ton, dan untuk tipe P3 sebesar (Qg) 165,93 ton.

Dari perhitungan penurunan tiang pancang yang terjadi pada pondasi tipe p1 sebesar 0,99 cm, untuk pondasi tipe P2 sebesar 0,9795 cm, dan untuk pondasi tipe P3 sebesar 0,933 cm yang dikatakan AMAN terhadap penurunan ijin sebesar 15 cm. Dari perhitungan penulangan pile cap

tipe P1 dengan dimensi 2,6 x 1,6 m digunakan tulangan tarik D22-160 mm dan tulangan tekan D12-220 untuk arah X sedangkan untuk arah Y menggunakan tulangan tarik D22-140 mm dan tulangan tekan D12-200, untuk pile cap tipe P2 dengan dimensi 1,6 x 1,6 m digunakan tulangan tarik D25-90 mm dan tulangan tekan D12-100 untuk arah X sedangkan untuk arah Y menggunakan tulangan tarik D25-90 mm dan tulangan tekan D12-100, untuk pile cap tipe P3 dengan dimensi 1,47 x 1,6 m digunakan tulangan tarik D25-90 mm dan tulangan tekan D12-100 untuk arah X sedangkan untuk arah Y menggunakan tulangan tarik D25-80 mm dan tulangan tekan D12-90 mm. sedangkan penulangan untuk tiang pancang digunakan tulangan pokok 8D12 mm dan tulangan spiral \varnothing 10-75 mm..

6. Saran

1. Dalam penyelidikan tanah diharapkan peneliti selanjutnya jika ada dua data dari alat yang berbeda seperti sondir dan boring maka baiknya menggunakan keduanya agar mendapat hasil yang lebih akurat dan efektif.
2. Jika peneliti selanjutnya dapat menggunakan program bantu geoteknik akan lebih baik agar dapat dibandingkan hasilnya dengan perhitungan manual.
3. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan dalam perhitungan daya dukung pondasi memakai lebih dari satu teori peneliti terdahulu untuk memaksimalkan hasil perhitungan.

7. Daftar Pustaka

- Hardiyatmo, H. C. (2020). Analisis dan Perancangan Fondasi II. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kartikasari, D., & Sanhadi, D. (2019). Studi Evaluasi Pondasi Tiang Pancang Dengan Pondasi Tiang Bor Pada Gedung Kantor Pemerintah Kabupaten Lamongan. UkaRsT Vol.3 No.2 Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan, 1.
- Pamungkas, A., & Harianti, E. (2013). Desain Pondasi Tahan Gempa. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- SNI-8460. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-1727. (2020). Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan Gedung dan struktur lain. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Tambunan, J. (2012). Studi Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang. Jurnal Rancang Sipil Vol 1 No 1.