

**PONDASI SUMURAN SEBAGAI SOLUSI PADA JENIS TANAH BERPASIR DENGAN MUKA AIR
TANAH TINGGI**

***FOUNDATION OF WELLS AS A SOLUTION FOR SANDY SOIL TYPES WITH HIGH
GROUNDWATER LEVELS***

**Hikmatul Lailiya¹, Agata Iwan Candra^{*2}, Khoirun Nisa³, Rina Dwi Fatika⁴, M. Ilham Fauzil Fahmi⁵,
Ricky Putra Ardianto⁶, Ogest Tegar Widyakrama⁷**

^{1,3,4,5,6,7} Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kediri

² Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kediri

Korespondensi: iwan_candra@unik-kediri.ac.id

ABSTRAK

Kondisi tanah berpengaruh penting dalam perencanaan pondasi pada pembangunan ruko. Tanah berpasir dengan muka air tanah tinggi menjadi masalah karena memiliki daya dukung rendah dan sulit pada pengecoran pondasi. Tujuan penelitian untuk merencanakan pondasi yang layak. Penelitian ini dengan pengambilan sampel untuk pengujian pemadatan dan kuat geser. Hasil pengujian digunakan untuk analisis perencanaan pondasi existing. Apabila didapatkan nilai daya dukung yang tidak memenuhi asumsi beban sebesar 100 t/m², maka dilakukan perencanaan ulang dengan pondasi sumuran berupa minipile. Hasil dari penelitian didapatkan pondasi existing berjenis pondasi telapak dan didapatkan nilai daya dukung yang belum memenuhi. Sehingga dilakukan modifikasi pondasi sumuran berupa minipile dan didapatkan nilai daya dukung tanah sebesar 36,61 t/m². Untuk dapat menahan beban struktur perlu direncanakan penggunaan 3 buah minipile, sehingga didapatkan nilai sebesar 109,82 t/m² yang menyatakan pondasi layak digunakan. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk referensi perencanaan pondasi dengan kondisi tanah berpasir muka air tanah tinggi.

Kata Kunci: Daya Dukung, Muka air, Pondasi, Ruko, Tanah berpasir

ABSTRACT

Soil conditions have an important influence on foundation planning in shophouse construction. Sandy soil with a high groundwater table is a problem because it has a low bearing capacity and is difficult for foundation casting. The aim of the research is to plan a proper foundation. This research by taking samples for testing compaction and shear strength. The test results are used to analyze the existing foundation planning. If the bearing capacity value does not meet the load assumption of 100 t/m², then a re-planning is carried out with a minipile well foundation. The results of the research show that the existing foundation is a palm type foundation and the bearing capacity value is not fulfilled. So that the modification of the well foundation in the form of a minipile was carried out and the soil carrying capacity was obtained at 36.61 t/m². To be able to withstand the load of the structure, it is necessary to plan the use of 3 minipiles, so that a value of 109.82 t/m² is obtained which indicates the foundation is suitable for use. The results of this study can be used as a reference for planning foundations with sandy soil conditions with a high water table.

Keywords: Bearing Capacity, Water table, Foundation, Shophouse, Sandy soil

PENDAHULUAN

Kecamatan Ngasem Kabupaten Kediri dari tahun ke tahun mengalami perkembangan ekonomi yang cukup pesat. Hal tersebut merupakan dampak dari dibangunnya Monumen Simpang Lima Gumul yang saat ini menjadi ikon wisata di Kabupaten Kediri. Selain itu, wilayah Kecamatan Ngasem juga merupakan wilayah strategis karena berada di pusat Kabupaten Kediri serta berbatasan langsung dengan Kota Kediri. Faktor tersebut menjadikan wilayah Kecamatan Ngasem sebagai kecamatan yang potensial untuk dijadikan pusat bisnis dengan mengembangkan setiap potensi yang ada di Kabupaten Kediri (Wahyuningtyas, 2017). Memanfaatkan faktor-faktor tersebut, sekarang mulai dibangun ruko bertingkat yang terbilang masih sedikit di wilayah ini. Ruko merupakan bangunan multifungsi karena dapat difungsikan sebagai tempat usaha dan rumah tinggal (Pratiwi et al., 2019).

Dalam pembangunan ruko khususnya ruko bertingkat harus dilakukan dengan sebaik mungkin mengingat harus menjaga keamanan bagi para penggunanya (Sigar, 2016). Hal pertama yang harus dilakukan adalah perencanaan pondasi yang baik dan kokoh dalam menopang beban ruko tersebut (Kusumah and Hartono, 2018). Pengaruh pondasi pada sebuah bangunan sangatlah penting, karena pondasi berfungsi menopang beban struktur atas serta meneruskannya ke lapisan tanah pendukung di bawahnya (Nugroho and Tjitradi, 2022). Ada dua jenis pondasi yang sering dijumpai di lapangan, yaitu pondasi telapak dan pondasi sumuran. Pondasi telapak merupakan salah satu jenis pondasi dangkal yang berupa tiang yang bersambung dengan kolom dan sebuah plat di bawahnya yang berfungsi untuk menyalurkan beban struktur ke tanah, sedangkan pondasi sumuran merupakan jenis peralihan pondasi dangkal menjadi pondasi dalam yang dibangun dengan menggali cerobong tanah berpenampang lingkaran dan dicor dengan beton (Rifai, Surjandari and Dananjaya, 2018) (Waruwu and Tanjung, 2022).

Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan pondasi, diantaranya yaitu karakteristik tanah dasar pondasi, beban yang bekerja pada struktur atas, ketinggian muka air tanah, serta waktu dan biaya pekerjaan (Suhaemi, Surjandari and Purwana, 2016). Tanah juga menjadi faktor penting dalam perencanaan pondasi.

Salah satu jenis tanah yang perlu mendapatkan perhatian adalah tanah berpasir. Berdasarkan hasil pengamatan di lokasi proyek ruko Ngasem, memiliki kondisi tanah berpasir dengan muka air tanah tinggi. Kondisi tersebut perlu mendapatkan penanganan khusus dalam perencanaan pondasinya karena tanah berpasir adalah jenis tanah yang memiliki nilai kerapatan relatif rendah sedangkan muka air tanah tinggi berdampak terhadap kapasitas daya dukung tanah. Kondisi muka air tanah tinggi mempengaruhi juga dalam proses pengecoran karena pada setiap pembebanan, air selalu keluar dari rongga pori tanah (Perkuatan and Bambu, 2019). Faktor tersebut mengakibatkan daya dukung tanah di wilayah tersebut menjadi rendah dalam menahan beban struktur (Surentu et al., 2019) (Dharmayasa, 2014). Perencanaan pondasi yang kurang sesuai dengan kondisi di lapangan tersebut akan berdampak pada keamanan struktur bangunan di atasnya yaitu penurunan berlebihan pada pondasi sehingga terjadi kegagalan struktur (Syanjayanta, Syanjayakusuma and Patiekom, 2018).

Penelitian Nandha Pratama menjelaskan bahwa memperbesar diameter pondasi telapak lebih efektif meningkatkan nilai beban maksimum daripada memperbesar diameter kolom serbuk bata merah (Pratama et al., 2019). Penelitian Pintar Parlinus Waruwu menjelaskan bahwa kapasitas daya dukung pondasi sumuran yang didapat dari nilai perhitungan manual yaitu 2,35 ton/m², yang berarti desain pondasi sumuran mampu menahan beban bekerja pada bangunan Gudang (Waruwu and Tanjung, 2022). Penelitian Heri Afandi menunjukkan penggabungan pondasi telapak dan sumuran menyebabkan nilai penurunan terhadap beban menjadi semakin kecil dibandingkan pondasi telapak saja atau sumuran saja (Purnomo, Surjandari and Dananjaya, 2018). Namun dari beberapa penelitian terdahulu belum ada yang menjelaskan perencanaan pondasi yang layak untuk kondisi tanah berpasir dengan muka air tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan pondasi yang layak dengan kondisi tanah berpasir dan muka air tinggi. Dari penelitian yang dilakukan akan didapatkan perencanaan pondasi yang sesuai dengan nilai daya dukung tanah yang memenuhi. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk referensi perencanaan pondasi dengan kondisi tanah berpasir muka air tanah tinggi.

TINJAUAN PUSTAKA

Pondasi

Pondasi merupakan struktur bangunan bawah yang berfungsi menahan beban struktur bangunan atas dan meneruskannya ke dalam tanah (Sulistyanto, Surjandari and Purwana, 2015). Dalam pembangunan pondasi harus memperhitungkan perencanaan desain, beban struktur atas, kondisi tanah pendukung dan metode pembuatan pondasi agar sesuai dengan daya dukung yang diinginkan (Sulistyanto, Surjandari and Purwana, 2015) (Suhaemi, Surjandari and Purwana, 2016). Terdapat dua jenis pondasi yang sering dijumpai, yaitu pondasi dangkal berbentuk bujur sangkar dan pondasi menengah berupa pondasi sumuran (Sulistyanto, Surjandari and Purwana, 2015).

Pondasi Telapak

Pondasi telapak merupakan jenis pondasi dangkal berupa tiang yang bersambung dengan kolom dan sebuah plat di bawahnya yang mendukung bangunan secara langsung untuk meneruskan beban struktur atas ke dalam tanah (Sulistyanto, Surjandari and Purwana, 2015) (Waruwu and Tanjung, 2022). Pondasi telapak termasuk pondasi dangkal karena perbandingan kedalaman dan lebar pondasinya ($Df/B \leq 1$) (Rifai, Surjandari and Dananjaya, 2018). Hal yang paling penting dalam perencanaan pondasi telapak adalah besarnya tegangan kontak maksimum yang dapat ditahan oleh tanah di bawah pondasi tanpa menyebabkan keruntuhan dan penurunan berlebihan pada pondasi (Suhaemi, Surjandari and Purwana, 2016). Pondasi ini banyak digunakan karena ekonomis dan pelaksanaannya mudah serta tidak perlu peralatan khusus. Pondasi telapak dinilai cocok untuk bangunan dua lantai (Rifai, Surjandari and Dananjaya, 2018).

Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran merupakan peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam (Rifai, Surjandari and Dananjaya, 2018). Disebut pondasi sumuran karena pondasi ini berbentuk silinder (Sulistyanto, Surjandari and Purwana, 2015). Pondasi sumuran termasuk jenis pondasi dalam karena $Df/B > 4$, digunakan apabila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif

dalam (Rifai, Surjandari and Dananjaya, 2018) (Trinanda, 2021). Pondasi ini dibangun dengan menggali cerobong tanah berpenampang lingkaran dan dicor dengan beton (Waruwu and Tanjung, 2022). Pondasi sumuran banyak digunakan untuk bangunan Gedung, jembatan, pilar jembatan layang, dan sebagainya karena biaya pembuatan yang relatif murah (Rifai, Surjandari and Dananjaya, 2018).

Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah untuk menahan suatu beban struktur yang kemudian disalurkan melalui pondasi. Daya dukung tanah batas ($q_u = q_{ult} = \text{ultimate bearing capacity}$) merupakan tekanan maksimum yang dapat diterima oleh tanah akibat beban yang bekerja tanpa menimbulkan kelongsoran geser pada tanah pendukung tepat di bawah dan sekeliling pondasi (Pengaraian, 2015). Tanah berpasir memiliki daya dukung tanah yang tidak stabil (Bahri, RRazali and Aryadi Elsandy, 2016).

Daya Dukung Pondasi

Daya Dukung Pondasi, Jenis pondasi yang biasa digunakan pada bangunan ada dua jenis yaitu pondasi dalam (deep foundation) dan pondasi dangkal (shallow foundation) dalam mendesain pondasi harus memperhatikan beberapa hal yaitu, daya dukung pondasi harus lebih besar dari beban yang bekerja pada pondasi dan besar penurunan pondasi harus lebih kecil daripada penurunan yang diijinkan (Hilfi Harisan, 2021).

Tanah Berpasir

Tanah berpasir merupakan jenis tanah berbutir kasar yang memiliki kohesi ($c=0$), sehingga kuat gesernya bergantung pada gesekan antar butir tanah. Tanah berpasir memiliki komponen yang saling lepas satu sama lain (Teknik et al., 2018). Tanah jenis ini berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (<1 mm) (Mas, ud, 1996).

Muka Air Tinggi

Tinggi muka air tanah dapat berubah-ubah sesuai dengan keadaan iklim atau kegiatan konstruksi yang menyebabkan variasi tinggi muka air tanah. Kekuatan tanah biasanya akan berkurang

pada tempat-tempat dengan kondisi muka air tanah tinggi. Pondasi yang berada di bawah muka air tanah akan terangkat oleh tekanan air sehingga terjadi penurunan yang akan berdampak pada struktur bangunan yang ditopangnya (Surentu et al., 2019).

Penurunan Pondasi

Penurunan pondasi sangat berpengaruh terhadap konstruksi di atasnya (Hilfi Harisan, 2021). Penurunan pondasi akibat beban yang bekerja pada pondasi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu penurunan seketika (*immediately settlement*) dan penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*). Penurunan seketika merupakan penurunan yang langsung terjadi Ketika pembebanan bekerja, biasanya terjadi antara 0 sampai kurang dari 7 hari dan terjadi di tanah lanau, pasir, dan tanah liat yang mempunyai derajat kejenuhan ($S_r\%$) < 90%. Sedangkan penurunan konsolidasi merupakan penurunan yang terjadi akibat keluarnya air pori tanah akibat beban yang bekerja pada pondasi yang besarnya ditentukan oleh waktu pembebanan dan terjadi pada tanah jenuh ($S_r = 100\%$) atau ($S_r = 90\%$ s/d 100%) yang terjadi pada tanah berbutir halus (Kusumah and Hartono, 2018).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Lokasi penelitian terletak di proyek ruko 3 lantai Kec. Ngasem Kab. Kediri. Kemudian dilakukan survey dan diperoleh lebar pondasi, kedalaman dasar pondasi, kondisi tanah, dan jenis pondasi. Tanah di lapangan akan diambil sampel untuk pengujian pemadatan dan kuat geser di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kediri (Nurdian, Setyanto and Afriani, 2015). Dari pengujian tersebut akan didapatkan nilai parameter tanah yang akan digunakan untuk menentukan nilai daya dukung tanah sebagai dasar penentuan desain pondasi (Nugroho, 2011). Metode pada penelitian ini menggunakan metode terzaghi dengan mengasumsikan perencanaan data pada pondasi telapak untuk menghitung nilai daya dukung tanah. Dari hasil analisis nilai daya dukung tanah tersebut apabila tidak dapat menahan beban struktur atas sebesar 100 ton/m², maka akan dilakukan modifikasi dengan pondasi sumuran. Dari analisis nilai daya dukung tanah yang didapatkan akan

digunakan untuk mengetahui apakah perencanaan pondasi tersebut layak atau tidak untuk kondisi tanah yang ada di lapangan.

Kondisi Tanah

Kondisi tanah di lokasi penelitian merupakan tanah berpasir dengan muka air tinggi. Tanah berpasir memiliki ukuran partikel yang besar, tekstur yang kasar dan kurang mampu menahan air sehingga dapat mengalami penurunan yang tidak merata pada sebuah bangunan (Teknik et al., 2018). Muka air tinggi dilapangan disebabkan karena lokasi berdekatan dengan sumber mata air. Kondisi tersebut akan mempengaruhi nilai daya dukung tanah (Damayanti, 2019). Semakin tinggi muka air tanah maka nilai daya dukung pondasi akan semakin kecil (Damayanti, 2019). Sehingga, jenis tanah selalu dipertimbangkan untuk pemilihan dan perencanaan jenis pondasi, karena setiap jenis tanah memiliki nilai daya dukung yang berbeda (Dimensi, Plat and Diameter, 2019). Dengan demikian, pemilihan suatu pondasi bangunan sesuai dengan jenis tanah akan berpengaruh besar terhadap ketahanan bangunan (Punjung et al., 2022).



Gambar 1. Kondisi Tanah Di lapangan

Uji Laboratorium

Adapun beberapa pengujian pada laboratorium untuk mendapatkan nilai parameter tanah sebagai berikut.

Pemadatan

Pemadatan adalah usaha secara mekanik untuk merapatkan butir-butir tanah. Pemadatan dilakukan untuk mengurangi volume tanah, mengurangi volume pori namun tidak mengurangi volume butir tanah. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air optimum dan berat volume

kering maksimum suatu tanah (Mahardika and Pratama, 2020).

Kuat Geser

Kuat geser tanah merupakan gaya tahanan internal yang bekerja persatuan luas masa tanah untuk menahan keruntuhan atau kegagalan sepanjang bidang runtuh dalam masa tanah tersebut (Nurdian, Setyanto and Afriani, 2015). Dari pengujian ini didapatkan kohesi dan sudut geser dalam tanah (Damayanti, 2019).

Perencanaan Pondasi

Pada pembuatan pondasi diperlukan perencanaan untuk mengetahui jenis pondasi yang layak dan sesuai dengan kondisi tanah dilapangan. Dalam penelitian ini akan direncanakan data parameter dan dilakukan analisis nilai daya dukung tanah pada jenis pondasi sumuran. Data yang direncanakan meliputi kedalaman pondasi, gesekan antara tanah dan dinding pondasi, luas dasar sumuran, luas dinding sumuran, dan desain mini-pile. Desain minipile meliputi panjang, lebar, dan tinggi mini-pile. Data tersebut akan dimasukkan pada persamaan yang sudah ditentukan untuk menghitung daya dukung ijin tanah pada pondasi sumuran.

Daya Dukung Tanah Menggunakan Metode Terzaghi

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah memikul tekanan maksimum yang diizinkan untuk bekerja pada pondasi (Hilfi Harisan, 2021). Berikut cara menentukan daya dukung ultimit pada pondasi telapak menggunakan metode terzaghi.

Pertama, mencari tekanan overborden terlebih dahulu menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P_o' = Df \times \gamma' = Df \times \gamma' \quad (1)$$

Setelah diperoleh nilai tekanan overborder kemudian mencari daya dukung ultimit menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Q_{ult} = 1,3 \cdot c \cdot N_c + P_o' \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \quad (2)$$

Selanjutnya mencari nilai daya dukung ijin pada pondasi telapak menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Q_u = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (3)$$

Nilai N_c , N_q , N_γ dapat ditentukan dari Tabel 1. yang menunjukkan faktor daya dukung terzaghi sebagai berikut.

Tabel 1. Tabel Terzaghi
Keruntuhan Geser Umum

	N_c	N_q	N_γ
0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5
10	9,6	2,7	1,2
15	12,9	4,4	1,2
20	17,7	7,4	5
25	25,1	12,7	9,7
30	37,2	22,5	19,7
31	41,1	26,0	23,5
34	52,6	36,5	35
35	57,8	41,4	42,4
40	95,7	81,3	100,4
45	172,3	173,3	297,5
48	258,3	287,9	780,1
50	347,6	415,1	1153,2

Setelah dilakukan analisa daya dukung ijin pada pondasi telapak, kemudian menghitung beban jepit dari tanah menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P_1 = (\text{Footplate} \times \text{Koefisien beton}) + (\text{volume tanah} \times \gamma_b)$$

Menentukan daya dukung ultimit pada pondasi sumuran menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Q_u = \frac{(1,3 \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot z \cdot N_q + 0,3 \cdot \gamma \cdot D \cdot N_\gamma) \cdot A_b + \frac{4 \cdot c_a \cdot z + P_h \cdot t g \delta}{D} \cdot A_s}{D}$$

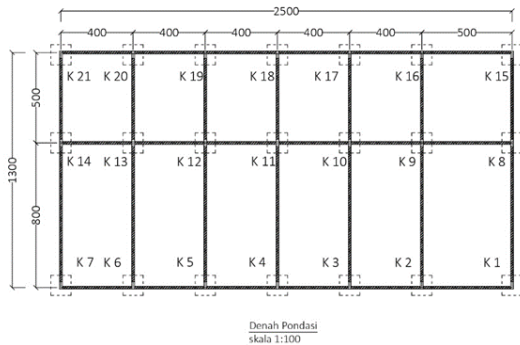
Adapun persamaan untuk menentukan daya dukung ijin pada pondasi sumuran sebagai berikut (Kusumah and Hartono, 2018).

$$Q_u = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

Pada analisa diatas diperoleh nilai daya dukung izin pada pondasi sumuran sehingga dapat diketahui kelayakan jenis pondasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Lapangan



Gambar 2. Denah Pondasi

Berdasarkan kondisi yang ada di lapangan saat ini terdapat lubang galian untuk pondasi yang direncanakan mampu menopang struktur 3 lantai yang akan dibangun. Dari pengamatan tersebut didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Desain Pondasi Telapak

Data	
Lebar Pondasi (B)	1,2 m
Kedalaman dasar pondasi Df	1,5 m

Perencanaan desain pondasi telapak di atas nantinya digunakan untuk pembangunan di ruko 3 lantai yang diharapkan dapat meminimalisir resiko keruntuhan ketika menopang seluruh struktur bangunan.

Data hasil pengujian tanah

Data di bawah ini merupakan hasil pengujian tanah yang diambil di lapangan dan dilakukan uji laboratorium menggunakan sistem klasifikasi tanah USCS. Dari pengujian tersebut diperoleh hasil pengklasifikasian berupa kondisi tanah berpasir dan berbagai data lainnya yang nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam perencanaan. Adapun data hasil pengujian tanah didapatkan sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Tanah

Data	Hasil
Sudut geser (Φ)	31°
Kohesi c	0 t/m ²
Berat volume basah (γ_b)	1,68 t/m ²
Berat volume air (γ_w)	0,5 t/m ²
Kedalaman muka Air (Dw)	0,4 m
Berat volume kering (γ_{sat})	1,91 t/m ²
Angka keamanan (SF)	3

Dari data di atas diketahui nilai sudut geser dalam sebesar 31° yang akan digunakan untuk menghitung daya dukung tanah dalam perencanaan pondasi. Dikarenakan nilai sudut geser dalam tidak terdapat pada tabel persamaan Terzaghi, maka dilakukan interpolasi data yang menghasilkan data pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Faktor Daya Dukung Terzaghi

Data	Hasil
Faktor daya dukung tanah akibat kohesi (N_c)	41,1
Faktor daya dukung tanah akibat beban terbagi rata (N_q)	26
Faktor daya dukung tanah akibat daya dukung tanah (N_γ)	23,50
Nilai α dari pondasi bujur sangkar (S_c)	1,30
Nilai β dari pondasi bujur sangkar (S_γ)	0,40

Data interpolasi di atas digunakan untuk menghitung kapasitas daya dukung ultimate pada pondasi yang menghasilkan nilai beban maksimum yang dapat didukung oleh pondasi.

Perhitungan daya dukung tanah pondasi telapak menggunakan metode Terzaghi

Perhitungan daya dukung pada pondasi telapak dilakukan dengan menggunakan metode terzaghi karena diharapkan dapat mendapatkan nilai daya dukung izin yang dapat menahan beban struktur 3 lantai. Adapun perhitungan yang dilakukan sebagai berikut :

Mencari nilai gama efektif pada tanah, dilakukan dengan cara sebagai berikut

$$\begin{aligned}\gamma' &= \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w \\ \gamma' &= 1,91 - 0,5 \\ \gamma' &= 1,41 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai gama efektif tanah sebesar 1,41 t/m² nilai tersebut akan digunakan untuk mencari nilai overborden efektif pada tanah, yang dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned}P_o' &= \gamma' (D_f - d_w) + \gamma_b \cdot d_w \\ P_o' &= 1,41(1,9 - 0,4) + 1,68 \cdot 0,4 \\ P_o' &= 2,79 \text{ t/m}^2 = 2,79 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai overborden tanah sebesar 2,79 t/m² yang akan digunakan untuk mencari nilai daya dukung pada tanah, yang dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned}Q_{ult} &= 1,3 \cdot c \cdot N_c + P_o' \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_y \\ Q_{ult} &= 88,44 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Setelah didapatkannya nilai daya dukung tanah sebesar 88,44 t/m² nilai tersebut akan dilakukan untuk menghitung nilai daya dukung ijin yang dibagi dengan nilai keamanan 3. Adapun perhitungan yang dilakukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}Q_{ijin} &= \frac{Q_u}{SF} \\ Q_{ijin} &= \frac{88,44}{3} \\ Q_{ijin} &= 29,48 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Dengan adanya perhitungan di atas dapat diketahui nilai daya dukung yang diizinkan pada pondasi telapak menggunakan metode terzaghi sebesar 29,48 t/m². Nilai tersebut belum memenuhi nilai daya dukung yang di perlukan dengan nilai asumsi yang ditentukan sebesar 100t/m², untuk memperkuat daya duku tanah sehingga membutuhkan modifikasi pondasi menggunakan mini-pile sebagai pondasi terusan.

Perhitungan daya dukung tanah pondasi sumuran menggunakan metode Terzaghi

Agar dapat memenuhi daya dukung yang dibutuhkan perlu ditambahkan pondasi sumuran berupa mini-pile yang yang memberikan beban tambahan berupa beban jepit dari tanah. Adapun

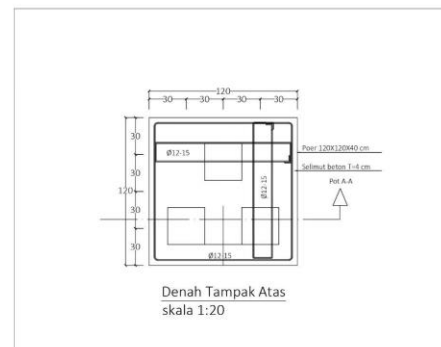
dimensi dan perhitungan yang dilakukan sebagai berikut :

Tabel 4. Desain mini-pile

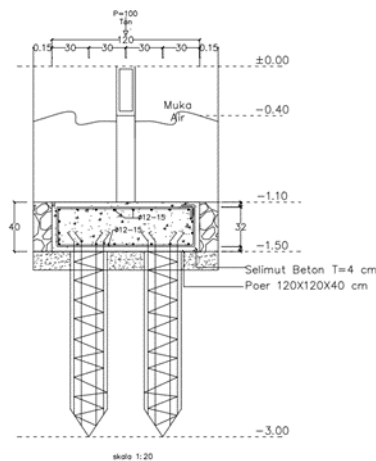
Data	
Panjang mini-pile (P)	0,4m
Lebar mini-pile (L)	0,4m
Tinggi mini-pile (T)	1,5

$$\begin{aligned}P_1 &= (\text{Footplate} \times \text{Koefisien beton}) + (\text{volume tanah} \times \gamma_b) \\ P_1 &= (1,38) + (1,05) \\ P_1 &= 2,34 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui nilai beban mini-pile sebesar 2,34 t/m² yang akan di tambahkan dengan nilai asumsi beban yang akan di tumpu sebesar 100 t/m² sehingga didapatkan nilai beban sebesar 102,34 t/m². Pondasi sumuran direncanakan karena pondasi merupakan komponen utama pada struktur yang terletak di dasar bangunan. Dengan melakukan perencanaan pondasi diharapkan akan dapat meminimalisir resiko keruntuhan dari berbagai kondisi. Berikut data perencana yang didapatkan sebagai berikut



Gambar 3. Denah tampak atas



Gambar 4. Potongan Pondasi

Tabel 4. Desain pondasi sumuran

Data	
D	0,3
Gesekan antara tanah dan dinding pondasi (Ca)	1,5
tg δ	0,35
Luas dasar sumuran (Ab)	0,09
Luas dinding sumuran (As)	1,98
Kedalaman pondasi sumuran (Z)	1,10

Perencanaan desain pondasi di atas akan digunakan untuk pembangunan di ruko 3 lantai dengan adanya desain pondasi sumuran tersebut diharapkan dapat meminimalisir resiko keruntuhan ketika menopang seluruh struktur bangunan. Oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan daya dukung pada pondasi sumuran dilakukan dengan menggunakan metode terzaghi karena diharapkan dapat mendapatkan nilai daya dukung izin yang dapat menahan beban struktur atas. Adapun perhitungan yang dilakukan sebagai berikut :

$$K_a = \tan \left(45 - \left(\frac{\phi}{2} \right) \right)^2 = 7,74$$

Dengan didapatkannya nilai tekanan tanah aktif (Ka) sebesar 7,74 maka akan digunakan untuk mencari nilai tekanan tanah (Ph) dengan cara sebagai berikut :

$$Ph = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot z \cdot 2 \cdot K_a \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot z \cdot 2 \cdot K_a = \frac{1}{2} \cdot 1,41 \cdot 1,10^2 \cdot 7,74 = 6,60$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan nilai tekanan tanah yang akan digunakan untuk menghitung nilai daya dukung tanah ultimit, yang akan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$Q_{ult} = (1,3 \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot z \cdot N_q + 0,3 \cdot \gamma \cdot D \cdot N_\gamma) \cdot A_b + \frac{4 \cdot C_a \cdot z + Ph \cdot \text{tg } \delta}{n} \cdot A_s = (1,3 \cdot 0,41,1 + 1,91 \cdot 1,10 \cdot 2,6 + 0,3 \cdot 1,91 \cdot 0,3 \cdot 23,50) \cdot 0,09 + 4 \left(\frac{1,5 \cdot 1 + 6,60 \cdot 0,35}{0,3} \right) \cdot 1,98 = 109,82 \text{ t/m}^2$$

Dari perhitungan daya dukung ultimit di atas didapatkan hasil sebesar 109,82 t/m² yang akan digunakan untuk menghitung nilai daya dukung yang diijinkan. Untuk mendapatkan nilai tersebut akan digunakan cara sebagai berikut:

$$Q_{ijin} = \frac{Q_u}{SF} = \frac{109,82 \text{ t/m}^2}{3} = 36,61 \text{ t/m}^2$$

Dengan adanya perhitungan di atas dapat diketahui nilai daya dukung yang diizinkan digunakan pada pondasi sumuran menggunakan metode terzaghi sebesar 36,61 t/m². Untuk dapat menahan beban yang direncanakan sebesar 102,43 t/m², maka perlu direncanakan penggunaan 3 buah mini-pile dengan cara (n x Q_{ijin}) sehingga didapatkan nilai daya dukung ijin sebesar 109,82 t/m².

Metode pemasangan pondasi

Pemasangan pondasi sumuran dilakukan dengan cara pengecoran langsung dalam galian tanah. Namun, dikarenakan kondisi tanah pada lokasi memiliki muka air yang tinggi dan tergolong tanah berpasir, maka tidak dapat digali lebih dalam lagi serta tidak memungkinkan untuk dilakukannya pemasangan pondasi sumuran secara langsung. Dengan demikian dilakukan alternatif menggunakan beton pracetak (minipile) dengan ukuran yang telah direncanakan sebesar 40cm X 40cm. Pemasangan pondasi tersebut dilakukan dengan cara memompa air dalam galian terlebih dahulu agar dapat mempermudah pemasangan minipile dan dilakukan perletakan dengan cara manual yang memanfaatkan tekanan air dibantu dengan mesin disel sehingga mini-pile dapat turun pada kedalaman yang telah ditentukan. Setelah itu

dilakukan pemasangan pondasi telapak dengan mengaitkan tulangan pondasi telapak dan tulangan mini-pile dengan cara pengelasan, baru kemudian dilakukan proses pengecoran.



Gambar 5. Pemasangan mini-pile

KESIMPULAN

Berdasarkan survey pondasi telapak dengan dimensi lebar 120cm dan ketebalan 40cm pada kondisi tanah berpasir dengan muka air tanah tinggi didapatkan hasil bahwa pondasi tersebut tidak mampu menahan beban struktur dan memiliki daya dukung yang belum memenuhi asumsi beban yang telah ditentukan. Sehingga dilakukan modifikasi pondasi sumuran berupa mini-pile dan didapatkan nilai daya dukung tanah sebesar 36,61 t/m². Untuk dapat menahan beban yang direncanakan sebesar 102,43 t/m², maka direncanakan penggunaan 3 buah mini-pile dengan ukuran yang telah di tentukan sebesar 40cm x 40cm sehingga didapatkan nilai sebesar 109,82 t/m² maka perencanaan pondasi layak untuk digunakan. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk referensi perencanaan pondasi dengan kondisi tanah berpasir muka air tanah tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S., R, Razali, M. and Aryadi Elsandy, K. (2016) 'Pemetaan Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Dangkal Di Wilayah Pesisir Pantai Kota Bengkulu', *Jurnal Inersia*, 8(1).
- Dharmayasa, I. G. N. P. (2014) 'Analisis Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Lunak di Daerah Dengan muka Air Tanah Dangkal (Studi Kasus Pada Daerah Suwung kauh)', *Paduraksa*, 3(2), pp. 22–44.
- Hilfi Harisan, 2020 (2021) 'Analisis Daya Dukung Tanah Pada Pondasi Dangkal', 6(1), pp. 1–5.
- Kusumah, H. and Hartono (2018) 'Analisa Daya Dukung dan Penurunan Tanah Terhadap

Pondasi Telapak Di Pembangunan Ruko JL. Pelabuhan II Kota Sukabumi', *Santika*, 8(2), pp. 275–283.

- Mas, ud, M. A. N. A. (1996) 'Pengaruh Interaksi Tanah Dengan Struktur Turap Terhadap Gaya Dalam, Deformasi Dan Faktor Keamanan Menggunakan Pendekatan Metode Elemen Hingga', 2021, pp. 5–13.
- Nugroho, H. and Tjitradi, D. (2022) 'Metode Pemancangan Mini Pile dengan Vibratory Pile Driver yang Dimodifikasi (Studi Kasus Pada Pelaksanaan Proyek Ruko Banjarmasin)', 11(01), pp. 28–32.
- Pengaraian, P. T. S. U. P. (2015) 'Analisa Pengaruh Berat Isi Pasir Terhadap Daya Dukung Fondasi Dangkal Berbentuk Segitiga', *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 1(2), pp. 131–145.
- Perkuatan, D. and Bambu, A. (2019) 'Pengaruh variasi kedalaman muka air terhadap keruntuhan pondasi pada tanah pasir pantai dengan perkuatan anyaman bambu', 6(1), pp. 69–77.
- Pratiwi, W. et al. (2019) 'Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) Analisis Ruko Berpagar dan Kaitannya Dengan Perekonomian (Studi Pada Kota Muara Bungo)', pp. 10–13.
- Purnomo, A., Surjandari, N. S. and Dananjaya, R. H. (2018) 'Simulasi perilaku pondasi gabungan telapak dan sumuran dengan variasi kedalaman telapak pada tanah lempung berlapis', *Matriks Teknik Sipil*, pp. 194–199.
- Rifai, R., Surjandari, N. S. and Dananjaya, R. H. (2018) 'Analisis Pondasi Gabungan Telapak Dan Sumuran (Telasur) Dengan Variasi Rasio Kedalaman Dan Lebar Telapak (B = 1,5 M) Pada Tanah Lempung Homogen', *Matriks Teknik Sipil*, 6(3), pp. 451–457.
- Sigar, R. (2016) 'Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Ruko Mega Profit Kawasan Megamas ...', *Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Ruko Mega Profit Kawasan Megamas Manado*, (9), pp. 1–52.
- Suhaemi, M., Surjandari, N. S. and Purwana, Y. M. (2016) 'Karakteristik grafik penurunan pondasi gabungan telapak dan sumuran pada tanah pasir homogen dengan variasi dimensi telapak dan diameter sumuran', *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, (2006), pp. 154–160.

Pondasi Sumuran Sebagai..., Hikmatul Lailiya⁽¹⁾, Agata Iwan Candra⁽²⁾, Khoirun Nisa⁽³⁾, Rina Dwi Fatika⁽⁴⁾, M. Ilham Fauzil Fahmi⁽⁵⁾, Ricky Putra Ardianto⁽⁶⁾, Ogest Tegar Widyakrama⁽⁷⁾

- Sulistiyanto, B., Surjandari, N. S. and Purwana, Y. M. (2015) 'Simulasi perilaku pondasi gabungan foot plat dan sumuran pada variasi dimensi foot plat dan diameter sumuran', *Jurnal matriks Teknik Sipil*, (2006), pp. 216–223.
- Surentu, C. S. et al. (2019) 'Analisis Pengaruh Fluktuasi Muka Air Tanah Terhadap Displacement Pondasi Sumuran (Studi Kasus: Bantaran Sungai Sario - Manado)', 17(71), pp. 9–14.
- Syanjayanta, B., Syanjayakusuma, H. C. and Patiekom, J. R. (2018) 'Penerapan Struktur Pondasi Titik Sebagai Pengganti Pondasi Batu Bata Dalam Upaya Pencapaian Biaya Yang Lebih Ekonomis (Studi Kasus Rumah Jabatan Puskesmas Kumbe Kabupaten Merauke)', *Musamus Journal of Architecture*, 1(01), pp. 10–17.
- Teknik, F. et al. (2018) 'Pengaruh jenis tanah dan bentuk tiang pancang terhadap kapasitas daya dukung tiang pancang grup akibat beban vertikal', 6(5), pp. 339–352.
- Trinanda, A. Y. (2021) 'Tinjauan Daya Dukung Pondasi Sumuran Pada Gedung-X Di Kota Bukittinggi', *Jurnal Rivet*, 1(01), pp. 26–31.
- Wahyuningtyas, T. N. (2017) 'LIMA GUMUL KEDIRI Nia Tri Wahyuningtyas Abstrak', *jurnal Publika*, Vol 5 No 2(Vol 5 No 2 (2017)).
- Waruwu, P. P. and Tanjung, D. (2022) 'Analisa Daya Dukung Pondasi Sumuran Di Kabupaten Deli Serdang', 1(1), pp. 8–14.