

ANALISIS PERENCANAAN ULANG STRUKTUR PONDASI PADA PROYEK *COFFEE SHOP* DI KAWASAN PUSAT INFORMASI GEOPARK KALDERA TOBA DESA HUTARAJA KABUPATEN SAMOSIR

Kurnia Rahmadiansyah, Diana Suita Harahap

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer

Universitas Harapan Medan

koernia.rahmadian@yahoo.com

Abstrak

The coffee shop in Hutaraja village is one of the supporting facilities in the Toba Caldera Geopark area which aims to increase tourist attraction in the area along with the construction of the Toba Lake area to become one of Indonesia's mainstay ecotourism destinations. The number of floors in this coffee shop project is 1 floor using a foot foundation with a depth of 0.60m. By considering the initial design of the foundation which also uses the foot foundation. The foundation is a part of the structure that functions as a support for the building to distribute the load on it (upper structure) to a layer of soil that has a sufficiently strong soil bearing capacity. The foundation must not decrease beyond the permit limit, therefore careful planning is needed. From the results of the analysis with sondir test and calculations using the Meyerhoff method, the bearing capacity of the soil on the P1 foundation is obtained = 172.89 kN/m², the maximum soil stress that occurs at the base of the foundation = 149.537 kN/m², two-way shear strength on the foundation = 869.677 kN by fulfilling the requirements for the shear force that occurs is = 214.435 kN. with the foundation using D16-200mm reinforcement. So that the foot foundation is used with a cross-sectional width of 1.50 x 1.50m, this is greater than the initial design of the planned foundation with a size of 0.80 x 0.80m, due to the displacement of the planning location and different soil types.

Keywords: Foundation, Bearing Capacity, Meyerhoff.

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Samosir adalah salah satu kabupaten di provinsi Sumatera Utara, yang merupakan daerah pulau yaitu seluruh pulau Samosir yang dikelilingi oleh Danau Toba ditambah sebagian wilayah daratan pulau Sumatera. Luas wilayahnya mencapai 2.069,05 Km², terdiri dari luas daratan 1.444,25 Km² dengan topografi dan kontur tanah yang beraneka macam, yaitu datar, landai, miring dan terjal, dengan luas danau 624,80 Km². Kabupaten Samosir berada di dataran tinggi pegunungan bukit barisan dengan ketinggian 904 – 2.157 m.dpl. dengan populasi penduduk sebanyak 121.594 jiwa (sensus 2012), kabupaten Samosir memiliki perekonomian yang sedang meningkat seiring dengan akan dibangunnya kawasan Danau Toba menjadi Geopark Kaldera Toba yang akan menjadi salah satu destinasi ekowisata andalan Indonesia, oleh karena itu Pemerintah Kabupaten Samosir berencana membangun *coffee shop* untuk menambah daya tarik wisata dan sarana fasilitas di kawasan pusat informasi Geopark Kaldera Toba Desa Hutaraja Kab. Samosir.

Pondasi adalah bagian struktur yang berfungsi sebagai penopang bangunan untuk menyalurkan beban di atasnya (*upper structure*) ke lapisan tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup kuat. Ada dua jenis pondasi yang biasa digunakan sebagai pondasi bangunan, yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*).

Dalam menentukan jenis pondasi suatu bangunan harus mempertimbangkan keadaan tanah, daya dukung pondasi harus lebih besar dari beban yang bekerja pada pondasi, besarnya penurunan pondasi harus lebih kecil dari penurunan yang diijinkan, metode pelaksanaannya di lapangan dan lain sebagainya. Demikian juga yang dilakukan oleh pihak konsultan yang telah melakukan pengujian tanah berupa tes sondir di lokasi berdirinya *coffee shop* di Desa Hutaraja Kab. Samosir.

Dari data sondir terlihat bahwa tanah keras ($q_c = 150 \text{ kg/cm}^2$) terletak pada kedalaman 11.60 m. Namun untuk lokasi proyek memungkinkan untuk menggunakan pondasi dangkal di atas kedalaman 1.00 m di bawah permukaan tanah untuk beban di bawah 25 Ton. Sehingga direncanakan ulang struktur pondasi *coffee shop* di Desa Hutaraja yang sebelumnya sudah direncanakan titik lokasinya, akan tetapi mengalami perubahan disebabkan permintaan Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) dan direncanakan pondasi telapak.

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah maka rumusan masalah adalah:

- a. Bagaimana merencanakan jenis pondasi yang sesuai dengan syarat aman dan ekonomis berdasarkan kondisi di lapangan?
- b. Bagaimana metode perhitungan pondasi dangkal berdasarkan data sondir?

Tujuan paper ini adalah:

1. Untuk mengetahui apakah hasil perencanaan desain awal struktur pondasi dengan struktur pondasi akibat perpindahan lokasi yang baru, berbeda?
2. Untuk mengetahui pentingnya tes sondir pada lokasi proyek
3. Untuk mengetahui kapasitas daya dukung pondasi
4. Untuk mengetahui metode yang tepat untuk perhitungan pondasi dangkal berdasarkan data sondir

Manfaat penulisan paper ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk dapat mengetahui bagaimana cara menganalisis atau mendesain suatu struktur pondasi
2. Dapat menjadi sebuah pedoman dalam melakukan perencanaan struktur pondasi
3. Menambah informasi dan wawasan bagi mahasiswa terutama mahasiswa teknik sipil tentang cara menerapkan perhitungan pondasi sesuai hasil sondir

Agar penelitian ini mengarah pada latar belakang dan permasalahan yang dirumuskan maka diperlukan batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian, sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada metode *Terzaghi & Meyerhoff 1956*
2. Data tanah yaitu daya dukung tanah berdasarkan CPT (sondir)
3. Jenis pondasi yang akan digunakan
4. Perencanaan kedalaman pondasi
5. Perhitungan gaya geser dan syarat aman pondasi

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pondasi Dangkal

Menurut (*Terzaghi*) istilah pondasi dangkal digunakan untuk pondasi yang mempunyai perbandingan kedalaman dasar pondasi dari permukaan tanah (D) dan lebar pondasi (B) lebih kecil atau sama dengan satu, sehingga $D/B \leq 1$ (*Analisis Dan Desain Pondasi Jilid I, Joseph E. Bowles*). Pondasi lain yang mempunyai lebar kurang dari jarak D , dimasukkan dalam kategori pondasi dangkal, pada umumnya pondasi dangkal mempunyai kedalaman ≤ 3 meter dan mendukung beban secara langsung, yang mana termasuk didalamnya : pondasi telapak, pondasi konstruksi sarang laba-laba, pondasi memanjang batu kali, pondasi batu bata dan pondasi rakit.

2.2 Pondasi Telapak

Pondasi telapak umumnya digunakan untuk mendukung kolom (*Hardiyatmo, 2006*). Pondasi ini berupa tiang yang bersambung dengan kolom dan sebuah plat di bawahnya yang fungsinya untuk menyalurkan beban struktur ke tanah. Pondasi ini banyak dipakai karena ekonomis dan dinilai efektif

untuk menahan beban struktur hingga dua lantai. Pondasi telapak termasuk pondasi dangkal karena perbandingan ke dalaman dan lebar pondasinya ($D/B \leq 1$) (*Hardiyatmo, 2006*). Pondasi ini juga sangat unggul digunakan pada jenis tanah yang lembek. Pondasi ini sebenarnya terbuat dari beton bertulang, bahan yang digunakan adalah susunan besi yang kerangkanya sedikit dipendam dalam tanah kemudian kerangka ini dicor dengan adonan semen.

Pondasi jenis ini punya dimensi yang lebar dibagian bawahnya. Karena itulah disebut dengan telapak. Bagian ini sengaja dibuat lebih lebar agar bisa meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah dibawahnya dengan baik. Kedalaman pondasi bisa disesuaikan dengan kedalaman tanah keras berdasarkan hasil sondir dilapangan.

Salah satu hal penting dalam perencanaan pondasi telapak adalah perhitungan tegangan kontak maksimum yang dapat ditahan oleh tanah di bawah pondasi tanpa menyebabkan keruntuhan dan penurunan yang berlebihan pada pondasi (*Terzaghi dan Peck, 1967*).

Kelebihan dan kekurangan pondasi telapak :

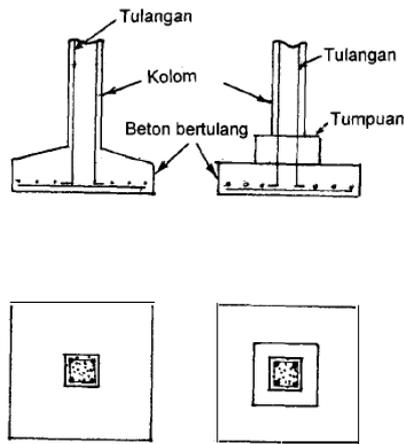
Kelebihan :

1. Biaya pembuatan pondasi ini lebih murah dibandingkan dengan jenis pondasi konstruksi lainnya
2. Pondasi telapak ini bisa dipasang pada tanah yang cukup dangkal. Patokannya hanya sampai menemukan lapisan tanah keras saja.
3. Bisa digunakan untuk menahan beban bangunan sampai ketinggian 4 lantai.
4. Proses pembuatan rangka sampai pemasangannya cukup sederhana. Pondasi ini bisa dipasang hanya dengan tenaga manusia tanpa bantuan alat khusus.
5. Daya dukungnya terhadap kekuatan bangunan sangat baik.
6. Hasil pondasi yang awet dan tahan lama.

Kekurangan :

1. Apabila pembuatan pondasi dibuat di luar lubang galian pondasi, maka waktu pembuatannya dapat berlangsung lama karena pondasi harus dibuat menggunakan cetakan terlebih dahulu.
2. Diperlukan waktu cukup lama untuk menunggu beton kering agar dapat dipindahkan ke posisi lubang pondasi.
3. Pengerjaannya tidak bisa sembarangan sehingga harus dilakukan oleh orang ahli atau orang yang memahami ilmu struktur, segi pembesian, dan desain penulangan pondasi

Pondasi telapak dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Pondasi Telapak

2.3 Persyaratan Struktur Pondasi

Perencanaan kekuatan struktur dari pondasi serta persyaratan material pondasi untuk bangunan air harus mengacu pada SNI 1726:2012 untuk bangunan gedung dan struktur lain. Beberapa faktor yang diperhitungkan dalam perencanaan kekuatan struktur, yaitu:

1. Beban pada pondasi

Beban maksimum yang bekerja pada pondasi merupakan penjumlahan dari beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa serta *imposed load* yang disebabkan antara lain oleh gaya angkat ke atas dan tekanan tanah. Beban yang bekerja dapat bersifat permanen ataupun sementara. Seluruh beban yang disebutkan di atas harus ditransfer ke tanah melalui pondasi.

Persyaratan mengenai masing-masing beban ini dapat dijumpai pada SNI 1727:2013 yang mengatur mengenai beban minimum untuk bangunan gedung dan struktur lain. Khusus untuk beban gempa pada bangunan gedung dapat merujuk pada SNI 1726:2012

2. Kekuatan struktur dan kemampuan

Persyaratan kekuatan struktur pondasi yang harus dipenuhi yaitu:

- Persyaratan kekuatan struktural: pondasi harus kuat menerima beban yang bekerja padanya. Pondasi yang dibebani melebihi kapasitas strukturnya secara prinsip akan mengalami keruntuhan katastrofik.
- Persyaratan kemampuan: disamping harus kuat memikul beban di atasnya, pondasi juga harus dapat berfungsi dengan baik akibat beban lateral yang bekerja padanya. Persyaratan yang harus dipenuhi mencakup antara lain: penurunan (total dan diferensial), *heave*, *tilt*, pergerakan lateral, getaran, dan durabilitas.

3. Ketahanan terhadap geser, pengangkatan, dan guling

Perancangan suatu pondasi juga harus memenuhi persyaratan berikut ini:

- Ketahanan terhadap geser harus minimum 1,5 kali lebih besar (statik) dan 1,1 (seismik) akibat gaya geser yang disebabkan oleh beban rencana. Tahanan geser yang diperhitungkan adalah base shear dan tahanan pasif. Namun, tahanan pasif harus diabaikan kecuali dapat dipastikan bahwa tekanan pasif tetap ada selama umur rencana.
- Ketahanan terhadap pengangkatan harus minimum 1,5 kali lebih besar dari gaya angkat akibat beban. Ketahanan ini sedapat mungkin diatasi dengan beban mati dalam situasi khusus dapat menggunakan sistem angkat.
- Ketahanan akibat guling harus minimum 2 kali lebih besar dari momen guling. Momen guling besarnya sama dengan jumlah dari momen *stabilizing* akibat beban mati minimum ditambah dengan akibat tahanan pengangkutan/penjangkaran yang diizinkan.
- Ketahanan terhadap gaya apung (*Buoyancy*) Gaya apung (*buoyancy*) adalah gaya ke atas yang disebabkan oleh fluida yang melawan berat dari beban yang terendam. Sehingga beban yang terendam akan mengalami tekanan yang besar di dasar beban dibandingkan ketika tidak terendam.

Suatu struktur pondasi harus dapat menahan gaya apung dengan memenuhi persyaratan berikut:

- a. Faktor keamanan minimum 1,5 terhadap bahaya *floatation* yang disebabkan oleh elevasi muka air tanah tertinggi. Besarnya ketahanan merupakan penjumlahan dari beban mati dan tahanan izin pengangkutan (*permitted anchoring resistance*).
- b. Faktor keamanan minimum 1,1 terhadap bahaya *floatation* di mana *buoyancy* disebabkan oleh elevasi tertinggi dari muka air tanah, dan ketahanan diambil sebesar beban mati minimum saja.
- c. Elevasi muka air tertinggi harus ditentukan berdasarkan pada semua kasus ekstrem yang mungkin terjadi seperti curah hujan yang besar, banjir dan lainnya. Apabila tidak ada data mengenai hal ini, maka muka air tanah tertinggi harus diambil di permukaan tanah.

III. METODE PENELITIAN

Analisis perencanaan ulang pondasi *Coffee Shop* ini merupakan sebuah proyek yang berlokasi di Desa Hutaraja Kabupaten Samosir seperti terlihat pada Gambar 2.

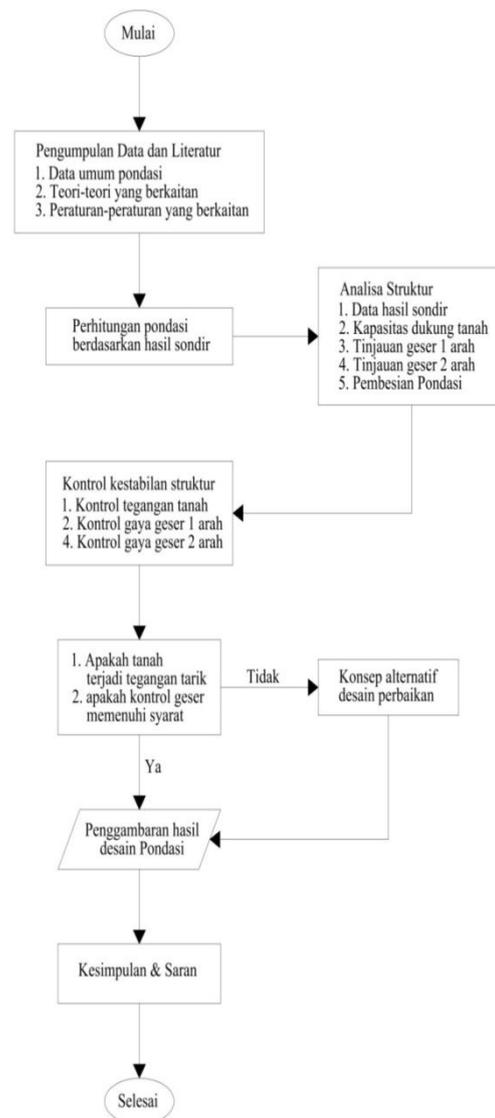


Gambar 2. Peta Lokasi Proyek
(Sumber: Google Earth)

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan mengkaji dan menganalisis ulang berdasarkan data yang sudah ada dan berusaha untuk memecahkan masalah yang ada berdasarkan teori dan perhitungan yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini data yang dianalisis hanya mencakup pada bagian perhitungan pondasi saja dengan menggunakan metode dibawah ini :

1. Metode Pengumpulan Data sekunder
Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan mengutip data yang sudah ada melalui narasumber di proyek. Data tersebut berupa data sondir, gambar desain awal pondasi, Rencana anggaran biaya (RAB) dan Rencana kerja dan syarat (RKS).
2. Metode Pustaka (*Literatur*)
Dalam metode pustaka, adalah dengan mengelola bahan penelitian dengan mencari informasi terkait pondasi dengan bereferensikan dari internet, jurnal ataupun buku perencanaan pondasi.

Adapun langkah dan proses penelitian pada paper ini adalah seperti pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Bagan Langkah Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penyelidikan geoteknik dilapangan dapat disampaikan beberapa hal yaitu :

1. Muka air tanah dilapangan berdasarkan hasil *hand boring* ditemukan pada kedalaman 0.30 m dibawah permukaan tanah, hal ini perlu untuk pelaksanaan penggalian pondasi.
2. Sistem pelapisan tanah di lokasi terdiri dari pasir, lempung berpasir dan lempung
3. Dengan menganggap untuk tanah keras nilai perlawanan penetrasi konus lebih besar atau sama dengan 150 kg/cm², maka untuk sondir S1 kedalaman tanah keras ditemukan pada kedalaman 11.60 m.

- Untuk lokasi proyek memungkinkan untuk menggunakan pondasi dangkal diatas kedalaman 1.00 m dibawah permukaan tanah untuk beban dibawah 25 ton.
- Apabila beban relative besar dapat menggunakan pondasi tiang pancang *mini pile* diatas kedalaman 11.5 m.

Menentukan data pondasi berdasarkan hasil uji sondir seperti pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Data pondasi

Data Tanah		
Kedalaman pondasi,	$D_f =$	0.60 m
Berat volume tanah,	$\gamma =$	9.51 kN/m ³
Tahanan komus rata-rata (hasil pengujian sondir) titik S-1	$q_c =$	35.00 kg/cm
Dimensi Pondasi		
Lebar pondasi arah x,	$B_x =$	1.50 m
Lebar pondasi arah y,	$B_y =$	1.50 m
Tebal pondasi,	$h =$	0.30 m
Lebar kolom arah x,	$b_x =$	0.60 m
Lebar kolom arah y,	$b_y =$	0.60 m
Posisi kolom (dalam = 40, tepi = 30, sudut = 20)	$\alpha_s =$	30
Bahan Konstruksi		
Kuat tekan beton,	$f'_c =$	24.9 MPa
Kuat leleh baja tulangan,	$f_y =$	400 MPa
Berat beton bertulang,	$\gamma_c =$	24 kN/m ³
Beban Rencana Pondasi		
Gaya aksial akibat beban terfaktor,	$P_u =$	304.270 kN
Momen arah x akibat beban terfaktor	$M_{ux} =$	0.300 kNm
Momen arah y akibat beban terfaktor	$M_{uy} =$	2.094 kNm

Berdasarkan data diatas, langkah pertama adalah menghitung kapasitas daya dukung tanah dengan menggunakan metode *Terzaghi&Meyerhoff 1956* dengan rumus :

Kapasitas dukung tanah menurut *Terzaghi* pada pondasi bujursangkar pada kedalaman **0.6 m**

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma B N_\gamma$$

Dari data sondir HB-01 pada kedalaman 1,00-1,50 m diperoleh :

$$\begin{aligned}
 c &= 0.1077 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 10.561 \text{ kN/m}^2 \\
 \phi &= 19.30 \\
 \gamma &= 0.970 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 9.512 \text{ kN/m}^3 \\
 \gamma_{sat} &= 1.44 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 14.121 \text{ kN/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$$

Nilai N_c, N_q, N_γ berdasarkan hasil interpolasi dari sudut geser 19.30 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 N_c &= 16.664 \\
 N_q &= 6.692 \\
 N_\gamma &= 3.956
 \end{aligned}$$

Nilai q akibat muka air tanah :

$$\begin{aligned}
 q &= \gamma_{sat} D_f1 + D_f2 (\gamma_{sat} - \gamma_w) \\
 &= 9.512 \cdot 0.3 + 0.3 (14.121 - 9.81) \\
 &= 2.853 + 1.293 \\
 &= 4.146
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } q_u &= 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma B N_\gamma \\
 &= 1.3 (10.561 \cdot 16.664) + (4.146 \cdot 6.692) \\
 &\quad + (0.4 \cdot 9.512 \cdot 1.50 \cdot 3.956) \\
 &= 228.785 + 27.747 + 22.577 \\
 &= 279.109 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Daya dukung tanah yang diizinkan :

$$\begin{aligned}
 q_{all} &= (1/SF)q_u \\
 &= (1/4) 279.109 \text{ kN/m}^2 \\
 &= 69.777 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Kapasitas dukung tanah menurut *Meyerhoff 1956*

$$\begin{aligned}
 q_a &= q_c / 33 * [(B + 0.3) / B]^2 * K_d \\
 &\rightarrow \text{(dalam kg/cm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

Dengan, $K_d = 1 + 0.33 * D_f / B$

$$\begin{aligned}
 \rightarrow \text{ harus } &\leq 1.33 \\
 K_d &= 1 + 0.33 * D_f / B \\
 &= 1 + 0.33 * 0.60 / 1.50 \\
 &= 1.132 < 1.33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_a &= q_c / 33 * [(B+0.3)/B]^2 * K_d \\
 &= 35.00/33 \\
 &\quad * [(1.50+0.3)/1.50]^2 * 1.132 \\
 &= 1.729 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 172.89 \text{ kN/m}^2,
 \end{aligned}$$

Dari dua metode yang digunakan dalam perencanaan diambil nilai yang terendah. dimana q_c hasil sondir pada dasar pondasi = 35.00 kg/cm² maka q_a didapat sebesar 172.89 kN/m², untuk kemudian menjadi acuan dalam mengontrol tegangan tanah. kontrol tegangan tanah dihitung untuk mengetahui apakah tanah mengalami tegangan tarik akibat adanya pembebanan dari pondasi yang bisa menyebabkan keruntuhan. dimana syarat tegangan tanah maksimum yang terjadi pada dasar pondasi harus lebih kecil dari daya dukung izin tanah (q_a) dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 q_{max} &= P_u / A + M_{ux} / W_x + M_{uy} / W_y + q \\
 &= 304.270 / 2.2500 + 0.300 / \\
 &0.5625 + 2.094 / 0.5625 + 10.05 \\
 &= 149.537 \text{ kN / m}^2
 \end{aligned}$$

dimana didapat q_{max} sebesar = 149,537 kN/m² menghitung tinjauan geser 1 arah, kerusakan akibat gaya geser 1 arah terjadi pada keadaan dimana mula-mula pada daerah beton tarik akibat distribusi beban vertikal dari kolom (pu kolom) yang didistribusikan ke pondasi sehingga menyebabkan bagian dasar pondasi mengalami tegangan. Akibat tegangan ini, tanah memberikan respon berupa gaya reaksi vertikal keatas (gaya geser). Syaratnya adalah gaya geser pondasi harus lebih besar dari gaya geser arah X dan Y. dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Gaya geser } V_{ux} &= [q_x + (q_{max} - q_x) / 2] * a_x * B_y \\
 &= [147.618 + (149.537 - 147.618) / 2 - 10.05] * 0.338 * 1.50 \\
 &= 70.233 \text{ kN} \\
 \text{Kuat geser} &= \phi * V_c \\
 &= 0.75 * 561.374 \\
 &= 421.030 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

dimana didapat V_{ux} sebesar = 70.233 kN dengan kuat geser 421.030 kN menghitung tinjauan geser 2 arah, kuat geser 2 arah atau biasa disebut juga dengan geser pons, dimana akibat gaya geser ini pondasi Mengalami kerusakan disekeliling dengan jarak kurang lebih d/2. Dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Gaya geser 2 arah } V_{up} &= (B_x * B_y - c_x * c_y) [(q_{max} + q_{min}) / 2 - q] \\
 &= (1.50 * 1.50 - 0.815 * 0.815) [(149.537 + 141.025) / 2 - 10.05] \\
 &= 214.435 \text{ kN} \\
 \text{Kuat geser } \phi * V_{up} &= \phi * A_p * f_p * 10^3 \\
 &= 0.75 * 0.701 * 1.663 * 10^3 \\
 &= 869.677 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

dimana didapat V_{up} sebesar = 214.435 kN dengan kuat geser = 869.677 kN menghitung pembesian pondasi tulangan lentur arah x dan y dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Rasio tulangan yang diperlukan } \rho &= 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] \\
 &= 0.85 * 25 / 400 * [1 - \sqrt{1 - 2 * 0.346 / (0.85 * 25)}] \\
 &= 0.0009
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas tulangan yang diperlukan } A_s &= \rho * b * d \\
 &= 0.0025 * 1500 * 225 \\
 &= 843.75 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak tulangan yang diperlukan } s &= \pi / 4 * D^2 * b / A_s \\
 &= 3.14 / 4 * 16^2 * 1500 / 843.75 \\
 &= 357 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak tulangan maksimum, } S_{max} &= 200 \text{ mm} \\
 \text{Jarak tulangan yang digunakan, } S &= 200 \text{ mm} \\
 \text{Digunakan tulangan, } D &16 \text{ mm- } 200
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas tulangan yang diperlukan, } A_s &= \pi / 4 * 16^2 * b / s \\
 &= 3.14 / 4 * 16^2 * 1500 / 200 \\
 &= 1507.96 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Analisis perencanaan ulang struktur pondasi pada proyek Coffee Shop dikawasan pusat informasi geopark kaldera toba desa hutaraja kab.samosir maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk pondasi P1 (150x150) dengan kuat tekan beton = 25 Mpa, kapasitas dukung tanah menurut metode Meyerhoff sebesar= 172.89 kN/m², diperoleh tegangan tanah maksimum yang terjadi pada dasar pondasi= 149.537kN/m²,
2. Pada pondasi P1A (200x200) dengan kuat tekan beton = 25 Mpa, kapasitas dukung tanah yang dipakai= 154.15 kN/m², dan diperoleh tegangan tanah maksimum yang terjadi pada dasar pondasi= 136.116kN/m².
3. Kuat geser dua arah berdasarkan analisa perhitungan pada pondasi (P1) sebesar= 869.677kN, hal ini memenuhi syarat dengan harus lebih besar terhadap gaya geser dua arahnya sebesar= 214.435 kN, dan terhadap gaya aksial akibat beban terfaktor yg terjadi pada pondasi P1 sebesar=304.270 kN.
4. Kuat geser dua arah pada pondasi (P1A) didapat sebesar= 1438.240kN, hal ini memenuhi syarat dengan harus lebih besar terhadap gaya geser dua arahnya sebesar= 393.169 kN, dan terhadap gaya aksial akibat beban terfaktor yg terjadi pada pondasi P1A sebesar=497.210 kN.
5. Pondasi telapak awal yang direncanakan dengan ukuran 80 x 80 dan 120 x 120, dengan kedalaman 25cm. karena perpindahan lokasi menjadi diperbesar dengan ukuran 150 x 150 dan 200 x 200, dengan kedalaman 60cm.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka penulis menyampaikan beberapa saran yang berkenaan dengan perencanaan ulangpondasi dalam suatu proyek, yaitu sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan diharapkan dimana hasilnya mendekati kondisi sesungguhnya dilapangan, maka perlu adanya pedalaman studi yang lebih terhadap hal ini. Selain itu juga perlu dilakukan estafet perjuangan oleh mahasiswa berikutnya sesudah saya yang membahas mengenai metode dan detail perhitungan pondasi ini tetapi harus dengan bantuan dosen pembimbing agar bisa lebih terarah dan efisien.
2. Disamping baru dilakukan perhitungan yang lebih mendetail, juga harus dilakukan penyesuaian perhitungan dengan standar desain terbaru agar perhitungan selalu diperbaharui dan bisa dijadikan referensi bagi siapa saja yang akan melakukan desain pondasi nantinya baik bagi orang lain ataupun bagi diri penulis sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Joseph E. Bowles *Analisa dan Desain Pondasi Jilid II Edisi Ketiga*, Penerbit : Erlangga Jakarta, 1991 alih bahasa Pantur Silaban, Ph.D
- [2]. Joseph E. Bowles *Analisis dan Desain Pondasi Jilid II Edisi Keempat*, Penerbit : Erlangga Jakarta 1998
- [3]. Hary Christady Hardiyatmo, *Teknik Pondasi I*, Penerbit : Yogyakarta Beta Offset, 2002
- [4]. Dr.Ir.L.D.Wesley. *Mekanika Tanah I*, Penerbit : Badan penerbit pekerjaan umum cetakan KeVI 1977
- [5]. Direktorat Jendral Cipta Karya, *Buku BPerencanaan Struktur IPLT*, KemenPUPR edisi pertama 2017
- [6]. Indrastono Dwi Atmanto, Meng, Ir., *Rekayasa Pondasi II*, Penerbit Gunadarma
- [7]. Frederick S. Merrit, Editor. *Standard Handbook For Civil Engineers*
- [8]. Anwar Muda, *Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Berdasarkan data Laboratorium*, Jurnal INTEKNA, Volume 16, No.1, Mei 2016
- [9]. Utami TE dan Hermawan, 2003, *Perbandingan Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal Berdasarkan Data Sondir dan Parameter Tanah Pada Satuan Lempung Endapan Rawa (QS), didaerah kabupaten musi Banyuasin Bagian Timur Sumatera Selatan Buletin Geologi Tata Lingkungan (Bulletin of Environmental Geology) , Volume 13, Nomor 2, September 2003*
- [10]. KBBI, 2021. Pengertian Pondasi [Internet]., <https://kbbi.web.id/fondasi-atau-pondasi>
- [11]. Aminullah, M., 2009, *Mata Kuliah Struktur Beton I* [Internet]. Jakarta : Universitas Mercu Buana. Perencanaan Pondasi Telapak Beton[Internet]. [http://www.academia.edu/9327289/Modul Minggu Ke Xiii Dan Xiv Bab Xi](http://www.academia.edu/9327289/Modul_Minggu_Ke_Xiii_Dan_Xiv_Bab_Xi).
- [12]. Sumiyanto.dkk. 2007, *Rekayasa Pondasi II* [Internet]. Purwokerto: Universitas Jendral Soedirman. <https://hmtsunsoed.files.wordpress.com/2012/03/buku-ajar-fondasi-ii.doc>