



Analisis Daya Dukung Fondasi Sumuran Pada Perencanaan Gedung Balai Latihan Kerja Dinas Ketenagakerjaan Di Minahasa Utara

Injili D. Tumimomor^{#a}, Jack H. Ticoh^{#b}, Lanny D. K. Manaroinsong^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^ainjilitumimomor@gmail.com, ^bjack.ticoh@unsrat.ac.id, ^clannymanaroinsong@gmail.com

Abstrak

Gedung Balai Latihan Kerja Dinas Ketengakerjaan di Minahasa Utara pada perencanaan pembangunannya menggunakan fondasi sumuran. Pada penelitian ini menganalisis daya dukung aksial, daya dukung lateral serta penurunan pada fondasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data hasil penyelidikan tanah atau Cone Penetration Test (CPT). Tahap analisis menggunakan metode analitik yang dimana panjang fondasi sumuran adalah 3 m dengan variasi diameter 0,8 m dan 1 m. Daya dukung aksial untuk tahanan selimut lapisan lempung menggunakan metode λ , tahanan selimut lapisan pasir menggunakan persamaan dari Coyle dan Castello dan tahanan ujung lapisan lempung dan pasir menggunakan metode Meyerhof; daya dukung lateral menggunakan metode Brooms, penurunan menggunakan metode Vesic; dan defleksi menggunakan metode Matlock dan Reese. Hasil analisis menunjukkan bahwa daya dukung aksial ultimit sebesar 4496.65 kN dan 5854.92 kN; juga daya dukung aksial izin sebesar 1798.66 kN dan 2341.97 kN. Daya dukung lateral ultimate fondasi sumuran sebesar 397.531 kN dan 496.914 kN; daya dukung lateral izin yang didapat sebesar 159.012 kN dan 198.766 kN; momen lateral maksimum sebesar 795.062 kNm dan 993.828 kNm. Fondasi sumuran mengalami defleksi yang berkisar 0.0073 m – 0.0084 m. Untuk penurunan fondasi sumuran didapat hasil sebesar 12.815 mm dan 5.065 mm.

Kata kunci: fondasi sumuran, daya dukung, penurunan

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pembangunan suatu konstruksi bangunan sipil memiliki tahapan dan proses yang dimulai dari perencanaan yang mendetail. Perencanaan bangunan tidak luput dari adanya penyelidikan tanah guna mengetahui struktur lapisan tanah yang nantinya digunakan sebagai kajian awal dalam perencanaan fondasi. Pemilihan fondasi bangunan harus diperhitungkan berdasarkan kekuatan dari bangunan itu sendiri. Sebuah fondasi yang kuat dan sesuai dengan karakteristik tanah di lokasi pembangunan sangat penting untuk memastikan keamanan dan stabilitas bangunan.

Pada perencanaan pembangunan Balai Latihan Kerja (BLK) Dinas Ketenagakerjaan di Minahasa Utara akan menggunakan fondasi dalam dengan jenis fondasi sumuran (drilled-shaft foundations) untuk menopang beban struktur bahkan penurunan yang akan terjadi.

Perhitungan daya dukung fondasi dan penurunan dari fondasi perlu untuk dilakukan karena dari hasil perhitungan tersebut berguna untuk mengetahui apakah jenis fondasi yang direncanakan sudah efektif untuk digunakan dalam perencanaan pembangunan Balai Latihan Kerja. Perhitungan daya dukung fondasi adalah faktor kunci dalam perencanaan dan pembangunan struktur bangunan karena mempengaruhi keberhasilan dan keamanan struktur bangunan. Sedangkan perhitungan penurunan perlu dilakukan agar terhindar dari kemungkinan kerusakan struktur yang diakibatkan dari beda laju penurunan fondasi.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk perhitungan fondasi dalam hal ini jenis fondasi sumuran. Perhitungan yang akan dilakukan adalah perhitungan daya dukung fondasi sumuran dan juga penurunan untuk fondasi sumuran.

1.3. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang akan dibahas dalam analisis ini, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

- Data yang digunakan adalah data penyelidikan tanah yaitu data sondir (CPT).
- Fondasi yang dianalisis dalam penelitian ini adalah fondasi dalam dengan jenis fondasi sumuran.
- Analisis daya dukung fondasi sumuran menggunakan metode analitik.
- Analisis penurunan fondasi sumuran menggunakan metode analitik.
- Beban struktur dalam penelitian ini hanya diasumsikan dikarenakan tidak ada data struktur.
- Pengaruh gempa tidak diperhitungkan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menganalisis daya dukung aksial fondasi sumuran dengan variasi diameter fondasi.
- Menganalisis daya dukung lateral fondasi sumuran dengan variasi diameter fondasi.
- Menganalisis penurunan fondasi sumuran secara manual.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Memberikan pemahaman tentang keamanan konstruksi dengan memahami daya dukung fondasi.
- Untuk mengetahui apakah fondasi sumuran bisa digunakan dalam perencanaan pembangunan Gedung Balai Latihan Kerja Dinas Ketenagakerjaan di Minahasa Utara.
- Menjadi referensi dalam mempelajari daya dukung fondasi khususnya fondasi dalam dengan jenis fondasi sumuran..

2. Metode Penelitian

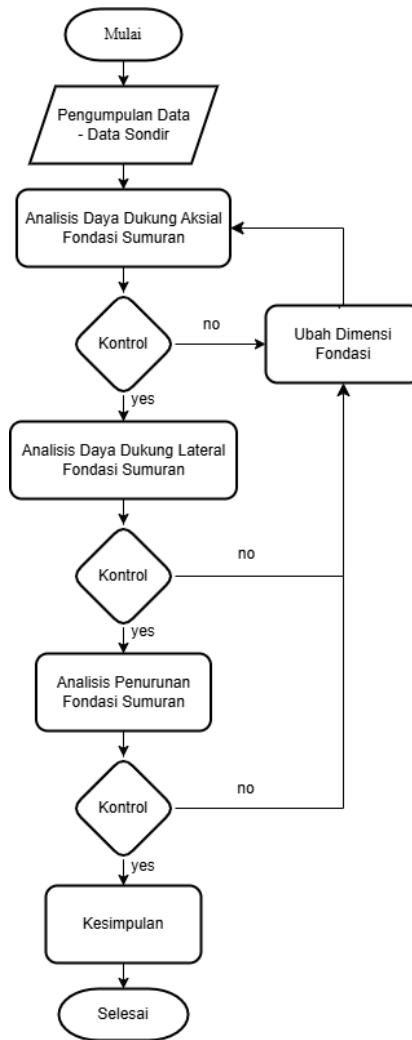
2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian berlokasi di kompleks Kantor Bupati Minahasa Utara di Airmadidi Atas, Kecamatan Airmadidi, Kabupaten Minahasa Utara Sulawesi Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber: Google Earth)

2.2. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengolahan Data Sondir

Data tanah yang digunakan adalah data sondir pada proyek bangunan Balai Latihan Kerja Dinas Ketenagakerjaan di Minahasa Utara. Data yang diambil berasal dari dua titik uji sondir yang berbeda, yaitu titik S3 dan titik S4. Data sondir yang telah diperoleh kemudian dikorelasikan untuk mengetahui jenis lapisan tanah dan parameter kuat geser tanah. Berikut adalah hasil korelasi terhadap titik sondir S3.

3.2. Analisis Fondasi Sumuran

3.2.1. Analisis Daya Dukung Aksial Fondasi Sumuran

Berikut ini adalah data fondasi dan data beban yang digunakan dalam proses analisis ini. Diketahui:

Panjang Sumuran	= 5 m
Diameter Sumuran	= 0,8 m dan 1 m
Beban Fondasi	= 500 kN (diasumsikan)

Tabel 1. Hasil Pengolahan Data Sondir dan Klasifikasi Tanah Titik Sondir S3

Depth to	q_c	fs	R_f	pa	q_c/p_a	Soil Description	γ	σ_{vo}	σ_p'	ϕ'	c_u	c'	E
m	kPa	kPa		kN/m ²		(Based on SBT chart)	kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²
0	0	0	0	100	0	Clay - organic soil	0	0	0	0	0	0	0
0.2	490	49	10	100	5		17	3	160	15,9	35	24	1226
0.4	981	49	5	100	10	Clays: Clay to silty clay	17	7	312	17,5	69	46	2452
0.6	981	98	10	100	10		18	11	318	16,4	70	47	2452
0.8	1961	49	2,5	100	20		18	14	301	19,2	66	44	4903
1	1961	98	5	100	20	Silt mixtures: Clayey silt to sandy silt	19	19	526	18,5	116	77	4903
1.2	2942	98	3,3	100	29		19	22	322	20,0	71	47	7355
1.4	3923	98	2,5	100	39		19	26	183	21,0	40	27	9807
1.6	5884	49	0,8	100	59		18	29	171	22,7	38	25	14710
1.8	6865	49	0,7	100	69	Sands: Clean sands to silty sands	18	33	191	23,1	42	28	17162
2	8826	98	1,1	100	88		19	38	228	24,0	50	34	22065
2.2	11768	147	1,25	100	118		20	43	281	25,1	62	41	29420
2.4	18142	147	0,8	100	181		20	48	384	26,9	84	56	45356

- Lapisan pertama (lempung)

Menghitung kapasitas dukung selimut (Q_s) dengan menggunakan metode λ :

$$\begin{aligned} Q_s &= Q_s + (pL(\lambda(\sigma'_v + 2c_u) \\ &= 0 + (2,512 \times 3(0,4016(3,44 + 2 \times 35,30) \\ Q_s &= 224,26 \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung ujung (Q_p) dengan menggunakan metode Meyerhof:

$$\begin{aligned} Q_p &= \frac{1}{4}\pi D^2(9c_u) \\ &= \frac{1}{4}\pi \times 0,8^2(9 \times 35,30) \\ Q_p &= 159,74 \text{ kN} \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung ultimate (Q_U):

$$\begin{aligned} Q_U &= Q_s + Q_p \\ &= 224,26 + 159,74 \\ Q_U &= 383,99 \text{ kN} \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung izin (Q_{all}):

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \frac{Q_U}{SF} \\ &= \frac{383,99}{2,5} \\ Q_{all} &= 153,60 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Lapisan keempat (pasir)

Menghitung daya dukung selimut (Q_s) dengan menggunakan persamaan dari Coyle dan Castello (1981):

$$\begin{aligned} Q_s &= Q_s + (pL(K\sigma'_v \tan \phi')) \\ &= 3744,47 + (2,512 \times 3 (0,02 \times 47,67 \tan 21,53)) \\ Q_s &= 3747,48 \text{ kN} \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung ujung (Q_p) dengan menggunakan metode Meyerhof:

$$\begin{aligned} Q_p &= \frac{1}{4}\pi D^2(qN_q) \\ &= \frac{1}{4}\pi \times 0,8^2(44,36 \times 33,60) \\ Q_p &= 749,16 \text{ kN} \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung ultimate (Q_U):

$$\begin{aligned} Q_U &= Q_s + Q_p \\ &= 3747,48 + 749,16 \\ Q_U &= 4496,65 \text{ kN} \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung izin (Q_{all}):

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \frac{Q_u}{SF} \\ &= \frac{4496,65}{2,5} \\ Q_{all} &= 1798,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil Analisis Daya Dukung Aksial Fondasi Sumuran

Diameter	Q_u	Q_{all}	Q_{des}	SF
m	kN	kN	kN	
0,8	4496,65	1798,66	500	8,99
1	5854,92	2341,97		11,71

3.2.2. Analisis Penurunan Fondasi Sumuran

Analisis penurunan untuk fondasi sumuran dilakukan dengan metode analitik.

Diameter 0,8 m:

Menghitung penurunan batang tiang (S_1):

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{(Q_{wp} + \zeta Q_{ws})L}{A_p E_p} \\ &= \frac{(200 + 0,5 \times 300)3}{0,503 \times 23500000} \\ S_1 &= 0,00008882873 \text{ m} = 0,089 \text{ mm} \end{aligned}$$

Menghitung penurunan tiang akibat beban titik (S_2):

$$\begin{aligned} S_2 &= \frac{q_{wp}D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} \\ &= \frac{994,71 \times 0,8}{54426,91} (1 - 0,3^2) 0,85 \\ S_2 &= 0,0113 \text{ m} = 11,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

Menghitung penurunan tiang akibat beban yang tersalur sepanjang batang (S_3):

$$\begin{aligned} S_3 &= \left(\frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws} \\ &= \left(\frac{300}{2,51 \times 3} \right) \frac{0,8}{54426,91} (1 - 0,3^2) 2,677 \\ S_3 &= 0,00142656758 \text{ m} = 1,427 \text{ mm} \end{aligned}$$

Menghitung penurunan tiang total (S):

$$\begin{aligned} S &= S_1 + S_2 + S_3 \\ &= 0,00008882873 + 0,0113 + 0,00142656758 \\ S &= 0,01282 \text{ m} = 12.8154 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil Analisis Penurunan Fondasi Sumuran

Diameter	S_e 1	S_e 2	S_e 3	S_e total
m	mm	mm	mm	mm
0,8	0.089	11.300	1.427	12.815
1	0.057	3.621	1.388	5.065

3.2.3. Analisis Daya Dukung Lateral Fondasi Sumuran

Analisis daya dukung lateral fondasi sumuran dihitung menggunakan metode Brooms.

Diameter 0,8 m:

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p \times I_p}{\eta_h}}$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt[5]{\frac{2500000 \times 0,02}{9000}} \\ T &= 2,208 \end{aligned}$$

Jenis Tiang:

$$\frac{L}{T} = \frac{3}{2,208}$$

$$\frac{L}{T} = 1,359 < 2 \dots \text{Tiang Pendek}$$

Menghitung daya dukung lateral:

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,5\gamma' L^2 B K_p \\ &= 1,5 \times 17,588 \times 3^2 \times 0,8 \times 2,093 \\ Q_u &= 397,531 \text{ kN} \end{aligned}$$

Menghitung momen lateral maksimum:

$$\begin{aligned} M_{max} &= \gamma' L^3 B K_p \\ &= 17,588 \times 3^3 \times 0,8 \times 2,093 \\ M_{max} &= 795,062 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Menghitung kapasitas lateral ijin:

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \frac{Q_u}{SF} \\ &= \frac{397,531}{2,5} \\ Q_{all} &= 159,012 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil Analisis Daya Dukung Lateral Fondasi Sumuran

Diameter	Q _u	Q _{all}	M _{max}
m	kN	kN	kNm
0,8	397.531	159.012	795.062
1	496.914	198.766	993.828

3.2.4. Analisis Defleksi Lateral Fondasi Sumuran

Defleksi lateral fondasi sumuran dihitung menggunakan metode dari Matlock dan Reese. Diameter 0,8 m:

Menghitung defleksi:

$$F_y = Q_u = 397,531 \text{ kN}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} y_x &= C_y \frac{Q_u T^3}{EI} \\ &= 0,926 \frac{397,531 \times 2,208^3}{23500000 \times 0,0201} \\ y_x &= 0,0084 \text{ m} = 8,38 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 5. Hasil Analisis Defleksi Lateral Fondasi Sumuran

Diameter	Q _u	y
m	kN	m
0,8	397.531	8.385
1	496.914	7.334

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka ditemukan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Fondasi sumuran yang panjangnya 3 m dengan variasi diameter 0,8 m dan 1 m mampu memikul beban struktur atas sebesar 500 kN. Daya dukung aksial ultimate sebesar 4496.65 kN dan 5854.92 kN; juga daya dukung aksial izin sebesar 1798.66 kN dan 2341.97 kN.
2. Pada penelitian ini, daya dukung lateral fondasi sumuran dianalisis menggunakan metode Brooms. Dari hasil analisis tersebut maka didapat daya dukung lateral ultimate fondasi sumuran dari setiap variasi diameter fondasi sebesar 397.531 kN dan 496.914 kN; daya dukung lateral izin yang didapat sebesar 159.012 kN dan 198.766 kN; sedangkan untuk momen lateral maksimum dari masing-masing variasi dimensi fondasi sebesar 795.062 kNm dan 993.828 kNm. Fondasi sumuran mengalami defleksi yang berkisar 0.0073 m – 0.0084 m pada kedua variasi diameter.
3. Untuk penurunan fondasi sumuran pada kedua variasi diameter fondasi yakni 0,8 m dan 1 m dianalisis dengan menggunakan metode Vesic dan didapat hasil sebesar 12.815 mm dan 5.065 mm. Sesuai dengan hasil analisis penurunan fondasi sumuran masih dalam batas aman.

References

- Bowles, J. (1997). *Analisa dan Desain Pondasi*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, Joseph E. (1997). *Foundation Analysis and Design (Fifth Edition)*. Singapore: McGraw-Hill.
- BSN. (SNI 2827:2008). *Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan Alat Sondir*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (SNI 8460:2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Butiti, F. J., Sompie, O. A., & Mandagi, A. T. (2024). Analisis Dan Desain Fondasi Telapak Pada Pembangunan Kantor Balai Latihan Kerja Dinas Ketenagakerjaan Di Minahasa Utara. *TEKNO*.
- Das, Braja M. & Sivakugan, Nagaratnam. (2017). *Principles of Foundation Engineering, Ninth Edition, SI Edition*. Boston: Cengage.
- Das, Braja M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M., Dean Emeritus, & Khaled Sobhan. (2014, 2010). *Principles of Geotechnical Engineering, Eight Edition, SI*. USA: Cengage Learning.
- Ering, Inggrid A., Roski R. I. Legrans & Steeva G. Rondonuwu. (2024). Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Rakit dan Fondasi Sumuran pada Konstruksi Gedung Kuliah Jurusan Farmasi FMIPA UNSRAT. *TEKNO*.
- Gobel, Fahreza, Roski. R. I. Legrans, & Jack H. Tico. (2024). Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Bor Kelompok pada Pekerjaan Transmisi Line 150kV PLTS Terapung PT. PJB Masdar Solar Energi. *TEKNO*.
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Teknik Pondasi*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Hardiyatmo, Hary Christady. (1996). *Teknik Pondasi 1*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Mardianti., I. Y., & Dkk. (2022). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Rumah Sakir Pendidikan Universitas Jambi). *Jurnall Teknik Sipil, Vol 17 No 2 (2022)*.
- Priyo S., Darmansyah T. (2020). Analisis Daya Dukung Pondasi Menggunakan Hasil Uji CPT Dan Uji Laboratorium Pada Bangunan Guest House. *Buletin Profesi Insinyur 3(2) 118-121*.
- Roschedy, George, Fabian J. Manoppo, & Agnes T. Mandagi. (2019). Analisis Daya Dukung Pondasi Jembatan GORR I. *Jurnal Sipil Statik*.
- Sulistia, Ayu Fithrosyam. (2018). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang dengan Metode Meyerhoff. *Tugas Akhir. Universitas Mataram. Nusa Tenggara Barat*.
- Tico, J. H., Waani, J. E., Mandagi, A. T., Supit, C. J., & Manaroinsong, L. D. (2022). Studi Daya Dukung Izin Tanah Untuk Pondasi Gedung di Desa Sea, Kec. Pineleng, Kabupaten Minahasa. *TEKNO-Volume 20 Nomor 80-April 2022*.
- Tico, J. H., & DKK. (2022). Studi Daya Dukung Izin Tanah untuk Fondasi Gedung Di Desa Sea, Kec. Pineleng, Kab. Minahasa. *Universitas Sam Ratulangi Manado: TEKNO Vol. 20 No. 80 ISSN : 0215-9617*.