Available online https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno

T E K N O

OPEN ACCESS

Volume 24, No. 97, Tahun 2026 p-ISSN: 0215-9617

Analisis Dan Desain Fondasi Sumuran Pada Kawasan Perumahan Kharisma Koka

Agnes T. Mandagi[#a], Jack H. Ticoh[#b], Genoveva A. A. Sasenga[#c]

[#]*Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia*
[a]agnes.mandagi@unsrat.ac.id, [b]jack.ticoh@unsrat.ac.id, [c]genovevasasenga@student.unsrat.ac.id

Abstrak

Pembangunan blok ruko pada kawasan perumahan memerlukan perencanaan sistem fondasi yang mampu menopang beban struktur secara aman dan stabil. Kawasan Perumahan Kharisma Koka, Minahasa memiliki karakteristik lapisan tanah yang bervariasi sehingga dibutuhkan analisis daya dukung dan deformasi tanah secara akurat sebelum pelaksanaan konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas daya dukung aksial, daya dukung lateral, defleksi lateral, serta penurunan fondasi sumuran pada pembangunan Blok Ruko di kawasan Perumahan Kharisma Koka. Penelitian menggunakan data sekunder berupa hasil uji sondir (*Cone Penetration Test*/CPT) pada tiga titik penyelidikan dengan perhitungan terperinci yang difokuskan pada titik S3. Analisis dilakukan secara analitik pada fondasi sumuran dengan panjang tertanam 4 meter dan variasi diameter sebesar 0,40 meter serta 0,50 meter. Parameter tanah diperoleh melalui korelasi empiris data CPT, sedangkan daya dukung aksial dihitung menggunakan kombinasi tahanan selimut metode λ dan tahanan ujung metode Meyerhof. Analisis penurunan dilakukan dengan metode elastis Vesic (1977), serta respons lateral dievaluasi berdasarkan klasifikasi kekakuan tiang dan persamaan defleksi lateral. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya dukung aksial izin fondasi berdiameter 0,40 meter adalah sebesar 1.275,857 kN dan meningkat menjadi 1.875,463 kN pada diameter 0,50 meter. Pada analisis lateral, kedua variasi fondasi termasuk kategori tiang pendek (kaku) dengan defleksi maksimum akibat beban lateral sebesar 6,1 mm (diameter 0,40 meter) dan 4,9 mm (diameter 0,50 meter), serta akibat momen masing-masing sebesar 3 mm dan 2 mm, yang seluruhnya masih berada di bawah batas perpindahan izin sebesar 12 mm sesuai SNI 8460:2017. Sementara itu, penurunan total yang terjadi pada fondasi berdiameter 0,40 meter adalah sebesar 343,482 mm dan berkurang menjadi 235,432 mm pada diameter 0,50 meter. Dengan demikian, peningkatan diameter fondasi sumuran terbukti mampu meningkatkan kapasitas daya dukung aksial sekaligus mereduksi besarnya penurunan dan defleksi lateral fondasi.

Kata kunci: fondasi sumuran, daya dukung aksial, daya dukung lateral, penurunan tanah, Cone Penetration Test (CPT)

1. Pendahuluan

Pembangunan kawasan permukiman dan fasilitas komersial terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah penduduk serta perkembangan wilayah. Salah satu kawasan yang sedang berkembang adalah Perumahan Kharisma Koka yang berlokasi di Desa Koka, Kecamatan Tombulu, Kabupaten Minahasa. Pada kawasan ini direncanakan pembangunan Blok Ruko yang berfungsi sebagai pusat kegiatan usaha sekaligus hunian bagi masyarakat. Untuk menunjang aktivitas ekonomi dan kenyamanan penghuni, perencanaan konstruksi bangunan komersial tersebut harus dilakukan secara sistematis dengan menitikberatkan pada kekuatan dan keamanan struktur.

Dalam perencanaan struktur bangunan bertingkat maupun bangunan komersial, fondasi merupakan elemen paling vital karena berperan menyalurkan seluruh beban struktur atas (*superstructure*) menuju lapisan tanah di bawahnya secara aman dan stabil. Bangunan blok ruko akan digunakan secara intensif sehingga sistem fondasi dituntut memiliki stabilitas yang tinggi, baik dalam menahan beban vertikal akibat berat sendiri maupun beban hidup, serta mampu

membatasi penurunan dan pergeseran lateral agar tidak membahayakan kestabilan bangunan dalam jangka panjang.

Pemilihan jenis dan dimensi fondasi sangat dipengaruhi oleh kondisi lapisan tanah dasar di lokasi konstruksi. Apabila lapisan tanah keras berada pada kedalaman yang relatif cukup dalam, maka diperlukan sistem fondasi peralihan atau fondasi dalam seperti fondasi sumuran (*well foundation* atau *caisson*) yang bekerja melalui kombinasi tahanan gesek selimut (*shaft resistance*) dan tahanan ujung (*end bearing*). Untuk memperoleh gambaran profil perlapisan tanah serta parameter kekuatan geser tanah secara akurat di lapangan, diperlukan penyelidikan tanah melalui pengujian sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT). Data hasil uji CPT berupa nilai tahanan konus (q_c) dan hambatan lekat (f_s) menjadi dasar penting dalam menentukan kedalaman lapisan tanah pendukung serta merancang dimensi fondasi yang optimal.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kapasitas daya dukung aksial, daya dukung lateral, defleksi lateral, serta besarnya penurunan yang terjadi pada fondasi sumuran dengan variasi dimensi diameter pada pembangunan Blok Ruko di kawasan Perumahan Kharisma Koka, Minahasa. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran teknis mengenai kelayakan dan dimensi fondasi sumuran yang aman serta efisien sesuai dengan karakteristik tanah di lokasi penelitian.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan analitik yang berfokus pada perencanaan dan evaluasi kapasitas fondasi sumuran pada pembangunan Blok Ruko di kawasan Perumahan Kharisma Koka, Desa Koka, Kecamatan Tombulu, Kabupaten Minahasa. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi kapasitas daya dukung aksial, daya dukung lateral, defleksi lateral, serta penurunan fondasi sumuran pada kondisi tanah di lokasi penelitian dengan mempertimbangkan variasi dimensi diameter fondasi. Hasil perhitungan kemudian dievaluasi terhadap batas izin berdasarkan ketentuan SNI 8460:2017 mengenai Persyaratan Perancangan Geoteknik.

2.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil penyelidikan tanah lapangan pada proyek pembangunan kawasan Perumahan Kharisma Koka, Minahasa. Data sekunder tersebut mencakup data uji sondir (*Cone Penetration Test*/CPT) pada tiga titik pengujian (titik S1, S2, dan S3) serta data dimensi rencana dan pembebanan struktur. Berdasarkan hasil penyelidikan lapangan pada ketiga titik tersebut, analisis perhitungan terperinci difokuskan pada titik sondir S3 hingga kedalaman 6,40 meter dengan kondisi muka air tanah tidak ditemukan hingga kedalaman akhir pengujian ($> 6{,}40$ m).

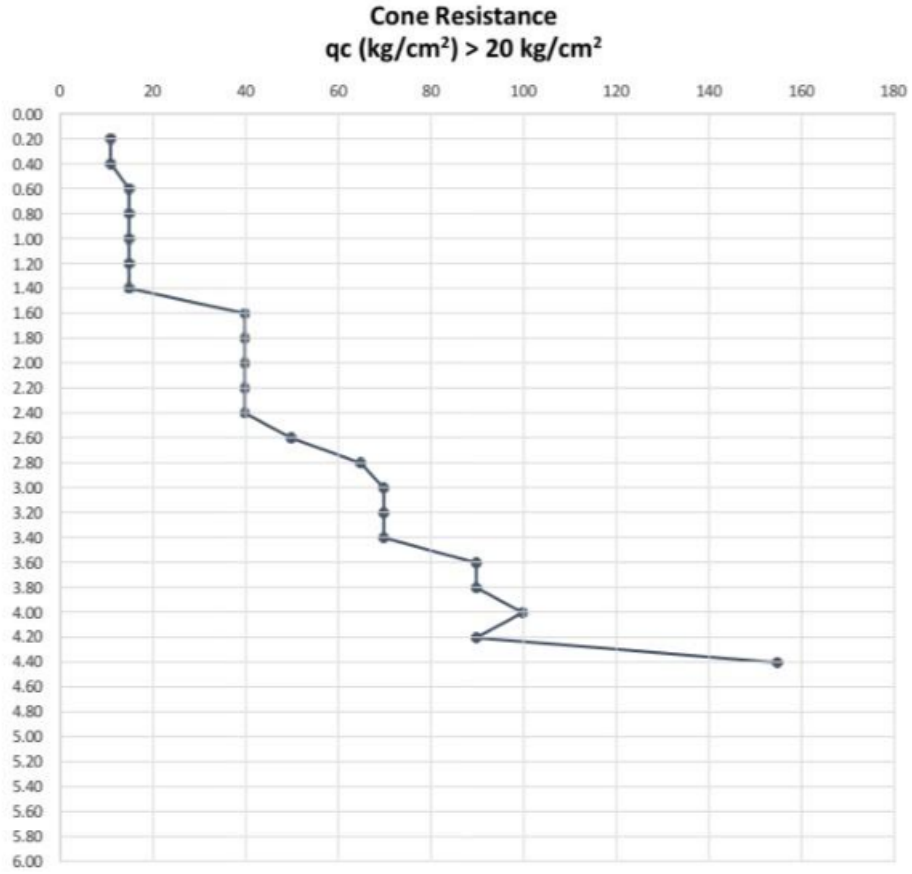
2.2.1 Parameter Tanah

Parameter geoteknik tanah diperoleh melalui korelasi empiris dari data hasil uji sondir berupa nilai hambatan konus (q_c) dan hambatan setempat (f_s) pada setiap interval kedalaman 0,20 meter. Parameter tanah yang dihitung meliputi rasio gesekan (friction ratio, Rf), berat isi tanah (γ), tegangan overburden total (σv_0), tegangan prakonsolidasi (σ'_p), sudut geser dalam (φ'), kuat geser undrained (cu), kohesi efektif (c'), serta modulus elastisitas tanah (E_s). Nilai q_c dan R_f diplotkan ke dalam grafik Soil Behavior Type (SBT) menurut Robertson (2010) untuk mengklasifikasikan jenis lapisan tanah secara vertikal. Berdasarkan hasil interpretasi dan penyederhanaan lapisan tanah pada titik S3, profil tanah terbagi menjadi tiga zona utama sebagaimana disajikan pada Tabel 1 dan diilustrasikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Penyederhanaan Parameter Tanah Titik Sondir S3

Kedalaman (m)	Zona SBT	Deskripsi Jenis Tanah	γ (kN/m3)	cu (kPa)	c′ (kPa)	ϕ′ (∘)	E (MPa)
0,40 – 2,80	3	*Clay: clay to silty clay*	18.1	57.8	5.8	33	3.55
3,00 – 4,80	5	*Sand mixture: silty sand to sandy silt*	18.6	254	25.4	37	15.45
5,00 – 5,80	6	*Sands: clean sands to silty sands*	19.2	510	51	39	30.89

Catatan: Pada kedalaman 6,00 m nilai tahanan konus mencapai tanah keras dengan $q_c >$ 250 kg/cm^2).



Gambar 1. Grafik Profil Uji Sondir (q_c dan f_s) Titik S3

2.2.2 Dimensi dan Pembebanan Fondasi

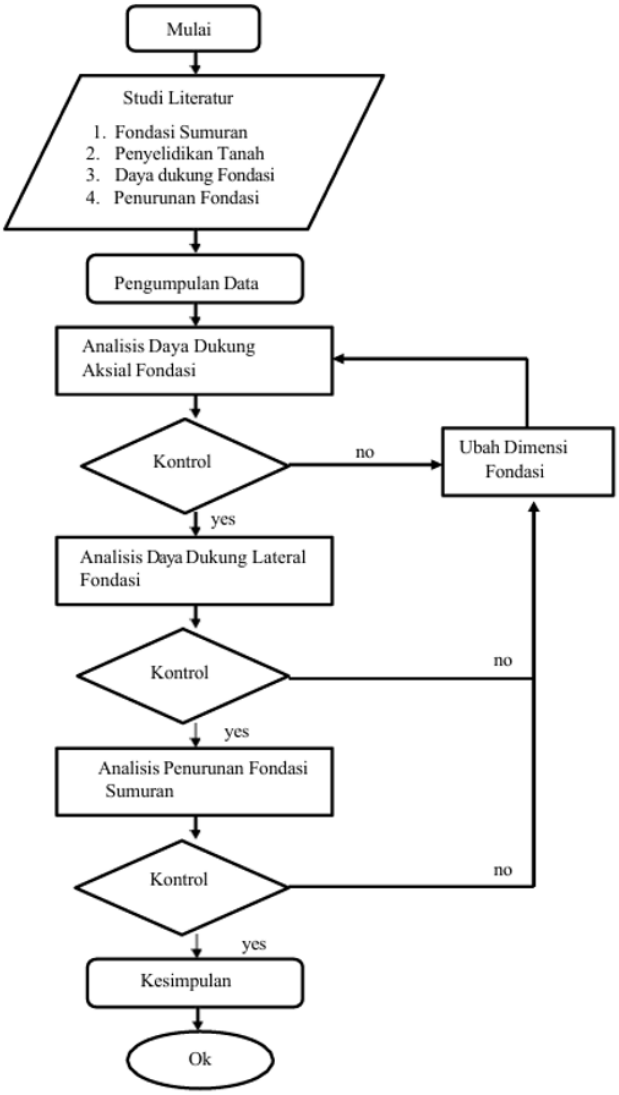
Model fondasi yang dianalisis dalam penelitian ini adalah fondasi sumuran beton bertulang dengan mutu beton $f'_c = 25$ MPa ($E_p = 23.500.000$ kPa). Panjang fondasi tertanam ditetapkan sebesar $L = 4$ m dengan dua variasi diameter penampang, yaitu $D = 0{,}40$ m dan $D = 0{,}50$ m. Dalam evaluasi kapasitas dan deformasi fondasi, beban aksial kerja yang diasumsikan bekerja pada fondasi adalah sebesar 2.000 kN (untuk analisis daya dukung) dan 2.500 kN (untuk analisis penurunan), sedangkan beban lateral (Q_g) dan momen (M_g) pada kepala tiang masing-masing ditetapkan sebesar 50 kN dan 50 kNm.

2.3 Tahapan Penelitian dan Metode Analisis

Penelitian dilaksanakan secara sistematis melalui beberapa tahapan analisis geoteknik

sebagai berikut (diilustrasikan dalam bagan alir pada Gambar 2):

1. **Pengolahan dan Interpretasi Data Tanah**: Mengonversi data uji sondir titik S3 untuk memperoleh parameter fisik dan mekanis tanah serta mengklasifikasikan jenis lapisan tanah menggunakan grafik SBT Robertson (2010).
2. **Analisis Daya Dukung Aksial**: Menghitung kapasitas daya dukung ultimit (Q_u) sebagai penjumlahan dari tahanan selimut (Q_s) dan tahanan ujung (Q_p). Tahanan selimut pada lapisan lempung dihitung menggunakan metode λ (Vijayvergiya & Focht, 1972), sedangkan tahanan ujung dihitung menggunakan metode Meyerhof. Kapasitas daya dukung aksial izin (Q_{all}) diperoleh dengan membagi Q_u terhadap faktor keamanan (SF = 2,5).
3. **Analisis Daya Dukung dan Defleksi Lateral**: Menentukan faktor kekakuan relatif tiang-tanah (R) untuk mengklasifikasikan perilaku fondasi apakah termasuk tiang pendek (kaku) atau tiang panjang (fleksibel). Selanjutnya dihitung besarnya defleksi lateral (y_z) serta distribusi momen lentur (M_z) sepanjang kedalaman fondasi akibat gaya lateral dan momen kepala tiang, kemudian dibandingkan terhadap batas perpindahan lateral izin sebesar 12 mm sesuai SNI 8460:2017.
4. **Analisis Penurunan Fondasi**: Menghitung penurunan total (S) menggunakan metode elastis Vesic (1977) yang merupakan penjumlahan dari penurunan elastis batang tiang (S_1), penurunan akibat beban di ujung tiang (S_2), dan penurunan akibat beban yang tersalur di sepanjang selimut tiang (S_3).
5. **Evaluasi dan Kesimpulan**: Membandingkan seluruh hasil perhitungan pada kedua variasi diameter fondasi terhadap kriteria keamanan struktur untuk menentukan dimensi fondasi sumuran yang paling optimal.



Gambar 2. Bagan Alir (*Flowchart*) Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis komprehensif terhadap data uji sondir titik S3 dan pemodelan fondasi sumuran pada proyek pembangunan Blok Ruko Perumahan Kharisma Koka memberikan pemahaman mendalam mengenai perilaku geoteknik struktur bawah. Pembahasan difokuskan pada tiga aspek utama: kapasitas daya dukung aksial, respons lateral dan kekakuan tiang, serta mekanisme penurunan fondasi beserta evaluasinya terhadap standar teknis yang berlaku.

3.1 Analisis Daya Dukung Aksial Fondasi Sumuran

Kapasitas daya dukung aksial ultimit (Q_u) pada fondasi sumuran merupakan akumulasi dari tahanan gesek selimut (Q_s) yang bekerja sepanjang keliling dinding sumuran dan tahanan ujung (Q_p) pada dasar fondasi kedalaman 4 meter. Berdasarkan korelasi parameter tanah dari titik sondir S3, perhitungan menggunakan metode λ (Vijayvergiya & Focht, 1972) untuk lapisan lempung dan metode Meyerhof untuk tahanan ujung menunjukkan perbedaan respons kapasitas yang signifikan akibat variasi diameter sumuran (D = 0,40 m dan D = 0,50 m).

Tabel 2. Rekapitulasi Daya Dukung Aksial Fondasi Sumuran

Variasi Diameter (D)	Tahanan Selimut (Q_s)	Tahanan Ujung (Q_p)	Daya Dukung Ultimit (Q_u)	Daya Dukung Izin (Q_{all}, SF=2,5)
0,40 m	1. 761,90 kN	1.427,743 kN	3.189,643 kN	1.275,857 kN
0,50 m	2.202,375 kN	2.486,283 kN	4.688,658 kN	1.875,463 kN

Dari hasil rekapitulasi pada Tabel 2, terlihat bahwa peningkatan diameter sebesar 25% (dari 0,40 m menjadi 0,50 m) menghasilkan peningkatan total daya dukung ultimit sebesar ± 46,98%. Secara mekanika tanah, fenomena ini dapat dijelaskan melalui perbedaan proporsi pertumbuhan tahanan selimut dan tahanan ujung. Tahanan selimut (Q_s) bertambah secara linier sejalan dengan keliling penampang ($\pi \times D$), di mana nilainya meningkat dari 1.761,90 kN menjadi 2.202,375 kN (peningkatan 25%). Sebaliknya, tahanan ujung (Q_p) bertambah sebanding dengan luas penampang dasar ($\frac{1}{4} \times \pi \times D^2$), yang menunjukkan lonjakan signifikan sebesar 74,14% (dari 1.427,743 kN menjadi 2.486,283 kN). Hal ini membuktikan bahwa pada fondasi sumuran dengan kedalaman relatif dangkal, kontribusi tahanan ujung sangat sensitif terhadap luas penampang dasar ketika bertemu dengan lapisan tanah yang lebih padat (zona pasir berlanau pada kedalaman 3,00 – 4,80 meter).

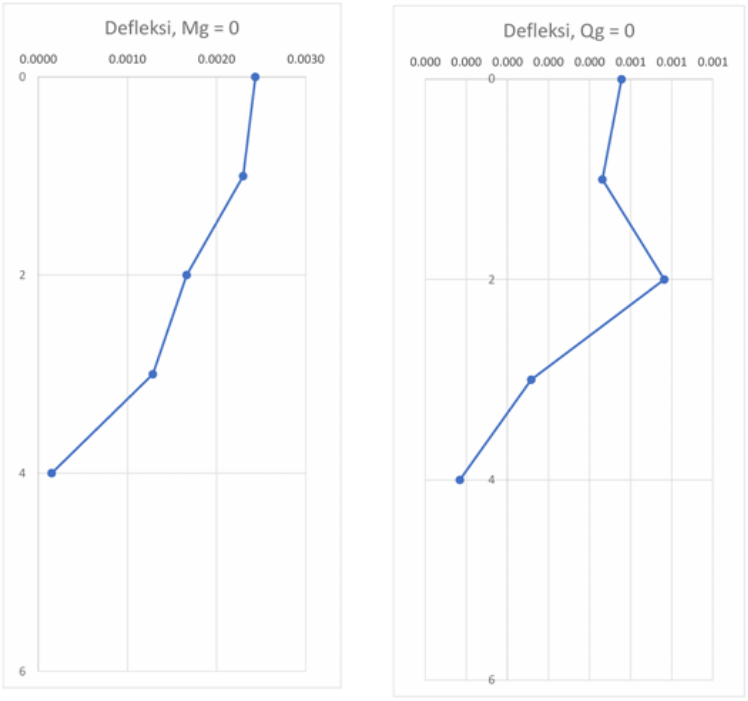
Apabila dikaitkan dengan beban kerja aksial rencana sebesar 2.000 kN yang digunakan dalam analisis, kapasitas daya dukung izin (Q_{all}) pada fondasi berdiameter 0,40 m (sebesar 1.275,857 kN) maupun diameter 0,50 m (sebesar 1.875,463 kN) masih berada di bawah beban rencana tersebut. Dengan demikian, meskipun peningkatan diameter terbukti mampu menaikkan kapasitas daya dukung aksial secara signifikan, kedua variasi diameter tersebut belum memenuhi syarat kelayakan kapasitas daya dukung izin untuk memikul beban 2.000 kN, sehingga diperlukan penyesuaian dimensi diameter yang lebih besar atau penambahan kedalaman pemancangan fondasi.

3.2 Analisis Kekakuan dan Defleksi Lateral Struktur

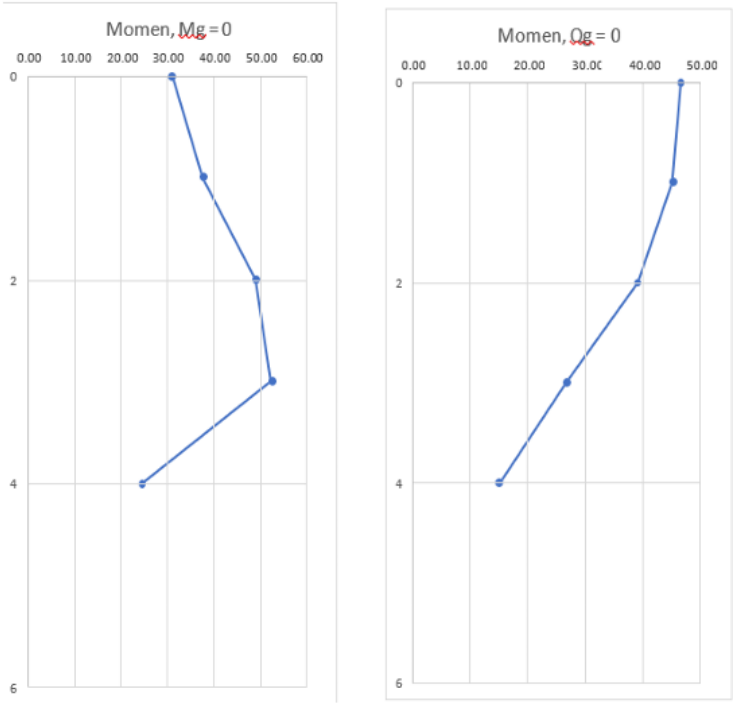
Struktur fondasi sumuran pada bangunan komersial tidak hanya menerima beban vertikal, tetapi juga rentan terhadap gaya lateral (Q_g = 50 kN) dan momen guling (M_g = 50 kNm) akibat tiupan angin maupun ketidaksimetrisan struktur atas. Berdasarkan analisis faktor kekakuan relatif antara tiang beton bertulang (E_p = 23.500 MPa) dan modulus subgrade tanah sekitar, nilai panjang relatif menunjukkan bahwa kedua variasi diameter diklasifikasikan sebagai tiang pendek (kaku). Perilaku ini mengindikasikan bahwa fondasi berotasi sebagai benda kaku di dalam tanah tanpa mengalami lendutan lentur yang signifikan pada batang tiangnya.

Tabel 3. Rekapitulasi Defleksi Lateral Fondasi Sumuran

Variasi Diameter (D)	Defleksi Akibat Beban Lateral (Q_g)	Defleksi Akibat Beban Momen (M_g)	Defleksi Total / Maksimum	Batas Izin (SNI 8460:2017)	Status
0,40 m	6,1 mm	3,0 mm	6,1 mm	12,0 mm	Aman
0,50 m	4,9 mm	2,0 mm	4,9 mm	12,0 mm	Aman



Gambar 3. Grafik Hubungan Kedalaman Terhadap Defleksi Lateral Fondasi Sumuran (a) Diameter 0,40 m dan (b) Diameter 0,50 m



Gambar 4. Grafik Distribusi Momen Lentur Fondasi Sumuran Terhadap Kedalaman (a) Diameter 0,40 m dan (b) Diameter 0,50 m

Berdasarkan evaluasi pada Tabel 3, defleksi maksimum total yang terjadi pada diameter 0,40 m adalah 6,1 mm dan menurun menjadi 4,9 mm pada diameter 0,50 m (reduksi sebesar ± 19,67%). Seluruh nilai defleksi lateral ini terbukti jauh berada di bawah ambang batas perpindahan izin maksimum sebesar 12,0 mm yang disyaratkan dalam SNI 8460:2017. Kekakuan lateral yang baik ini disebabkan oleh tahanan pasif tanah lempung konsistensi kaku di lapisan atas yang mampu menahan desakan horizontal kepala fondasi secara efektif.

3.3 Analisis Penurunan Fondasi Sumuran (Metode Vesic, 1977)

Penurunan total (S) merupakan salah satu kriteria batas servis (serviceability limit state) yang paling krusial untuk mencegah terjadinya retak struktural pada bangunan ruko. Menggunakan metode elastis Vesic (1977) dengan beban kerja total 2.500 kN, penurunan dijabarkan ke dalam tiga komponen utama: penurunan elastis batang tiang (S1), penurunan akibat beban di ujung tiang (S2), dan penurunan akibat beban tersalur di sepanjang selimut tiang (S3).

Tabel 4. Rekapitulasi Penurunan Fondasi Sumuran

Komponen Penurunan	Diameter D=0,40 m	Diameter D=0,50 m
Penurunan Batang Tiang (S1)	0,802 mm	0,642 mm
Penurunan Ujung Tiang (S2)	320,150 mm	215,810 mm
Penurunan Selimut Tiang (S3)	22,530 mm	18,980 mm
Penurunan Total (S)	**343,482 mm**	**235,432 mm**

Analisis komponen penurunan pada Tabel 4 menunjukkan temuan yang sangat menarik secara akademis: komponen penurunan ujung tiang (S2) mendominasi secara mutlak, menyumbang lebih dari 90% dari total penurunan struktur (320,150 mm dari 343,482 mm pada diameter 0,40 m). Dominasi ini terjadi karena beban kerja yang besar ditransmisikan langsung ke lapisan bawah melalui dasar sumuran, di mana modulus elastisitas tanah dasar mengalami konsentrasi tegangan kontak yang tinggi.

Meskipun nilai absolut penurunan terlihat besar akibat karakteristik pemodelan analitis elastis murni tanpa konsolidasi sekunder tereduksi, penambahan diameter fondasi dari 0,40 m menjadi 0,50 m terbukti memberikan dampak positif yang masif, yakni mereduksi penurunan total sebesar 31,46% (turun dari 343,482 mm menjadi 235,432 mm). Perluasan dimensi penampang berhasil mendistribusikan tegangan kontak dasar (*contact pressure*) secara lebih merata ke lapisan pasir berlanau di bawahnya, sehingga deformasi vertikal dapat diredam dengan optimal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai perencanaan fondasi sumuran pada pembangunan Blok Ruko di kawasan Perumahan Kharisma Koka, Minahasa, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. **Kapasitas Daya Dukung Aksial:** Fondasi sumuran dengan panjang tertanam 4 meter dan diameter 0,40 meter menghasilkan daya dukung izin (Q_{all}) sebesar 1.275,857 kN, sedangkan diameter 0,50 meter meningkat menjadi 1.875,463 kN. Meskipun peningkatan diameter mampu menaikkan kapasitas ultimit sebesar $\pm$46,98%, kedua variasi dimensi tersebut belum memenuhi kapasitas daya dukung izin apabila dibandingkan dengan beban kerja rencana sebesar 2.000 kN.
2. **Respons dan Defleksi Lateral**: Berdasarkan analisis kekakuan relatif, kedua variasi diameter fondasi sumuran terkategori sebagai tiang pendek (kaku). Defleksi maksimum untuk diameter 0,40 meter sebesar 6,1 mm dan diameter 0,50 meter sebesar 4,9 mm, di mana seluruh nilai tersebut berada di bawah batas izin maksimum 12,0 mm berdasarkan SNI 8460:2017.
3. **Penurunan Fondasi**: Penurunan total (S) yang dihitung dengan metode elastis Vesic (1977) pada fondasi berdiameter 0,40 meter adalah sebesar 343,482 mm, dan berkurang menjadi 235,432 mm pada diameter 0,50 meter (reduksi penurunan sebesar ± 31,46%), dengan

komponen terbesar disumbangkan oleh tahanan ujung tiang (S2).

4. **Pengaruh Variasi Diameter**: Peningkatan diameter fondasi sumuran terbukti sangat efektif dalam meningkatkan kapasitas daya dukung aksial sekaligus mereduksi besarnya defleksi lateral dan penurunan vertikal struktur bangunan.

Referensi

Bowles, J. E. (1997). Foundation Analysis and Design (Fifth Edition). Singapore: McGraw-Hill.

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, Volume 22, No. 89, 1608–1613.

Cholid, M. I., Winarto, S., S.P, Y. C., & Candra, A. I. (2020). Perencanaan Fondasi Sumuran Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Balai Pembangunan SDM dan Pertanian Bantul DIY. JURMATEKS, Vol. 3, No. 1, 45–54.

Das, B. M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Jakarta: Erlangga.

Das, B. M. (2014, 2010). Principles of Geotechnical Engineering, Ninth Edition, SI Edition. Boston: Cengage.

Das, B. M. (2016). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Jakarta: Erlangga.

Hadiyatmo, H. C. (2002). Teknik Fondasi. Yogyakarta: Beta Offset.

Manoppo, F. J., & Mandagi, A. T. (2019). Analisis Daya Dukung Fondasi Jembatan GORR I. Jurnal Sipil Statik, Vol. 7, No. 4, 397–408.

Maulana, Y. I., Halim, A., & Suraji, A. (2023). Studi Perencanaan Fondasi Sumuran Pada Proyek Pengembangan Gedung Kampus Institut Teknologi dan Bisnis Widyagama Lumajang. Prosidia Widya Saintek, Vol. 2, No. 2, 129–134.

Prayogo, K., & Saptowati, H. (2016). Penyelidikan Struktur dan Karakteristik Tanah Untuk Desain Fondasi Iradiator Gamma Kapasitas 2 MCi. Jurnal Perangkat Nuklir, Volume 10, Nomor 01, 30–49.

Sanger, V. H., Alva N. Sarajar, & Mandagi, A. T. (2024). Analisis Daya Dukung Tanah Pada Pekerjaan Pembangunan RS. GMIM Kaupusan Langowan. Tekno, Volume 22, No. 89, 1600–1606.

Sundary, D., Munirwansyah, Gunawan, H., Chairullah, B., & Munirwan, R. P. (2023). Penyelidikan Tanah Lapangan untuk Pembangunan, Renovasi, dan Perubahan Fungsi Dari Hotel Menjadi Rumah Sakit. Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, Vol. 01, No. 01, 44–52.

Ticoh, J. H., Waani, J. E., Mandagi, A. T., Supit, C. J., & Manaroinsong, L. D. (2022). Studi Daya Dukung Izin Tanah Untuk Fondasi Gedung di Desa Sea, Kec. Pineleng, Kabupaten Minahasa. Tekno, Volume 20, Nomor 80, 147–150.

Waruwu, P. P., & Tanjung, D. (2022). Analisa Daya Dukung Fondasi Sumuran Pada Proyek Pembangunan Gudang Di Kabupaten Deli Serdang. Jurnal Teknik Sipil, 8–14.

Yulinar, U., & Inra, A. (2021). Evaluasi Fondasi Sumuran Pada Proyek Pembangunan Gedung RSUD Kabupaten Padang Pariaman. Jurnal Civil Engineering and Vocational Volume 8 No. 3 September 2021, 155-1