STUDI PERENCANAAN PONDASI RAKIT (RAFT FOUNDATION) PADA GEDUNG KATERING 5 LANTAI DI PONDOK PESANTREN KEDUNGLO KEDIRI

Divanne Amanda Bayu Niarta
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wahidiyah, e-mail:divanneamanda9@gmail.com

Dedi Supriyadi
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wahidiyah, e-mail: dedi_supriadi@uniwa.ac.id

Abstrak

Gedung Katering 5 lantai di Pondok Pesantren Kedunglo Kediri direncanakan berdiri di lingkungan permukiman padat dengan akses jalan yang sempit, sehingga penerapan pondasi dalam seperti tiang pancang berisiko menimbulkan getaran dan kebisingan bagi bangunan sekitar. Selain itu, kondisi tanah Kediri yang didominasi tanah aluvial berdaya dukung rendah berpotensi menimbulkan penurunan besar pada struktur bertingkat. Penelitian ini bertujuan merencanakan pondasi rakit (raft foundation) sebagai alternatif pondasi dangkal yang mampu mendistribusikan beban secara merata dan meminimalkan penurunan tidak seragam. Data yang digunakan berupa data sekunder hasil uji sondir (Cone Penetration Test) pada 5 titik serta data pembebanan struktur atas hasil analisis SAP2000. Perhitungan daya dukung tanah menggunakan metode Terzaghi dan Meyerhof, sedangkan perencanaan dimensi, penulangan, kontrol geser pons, dan penurunan mengacu pada SNI 2847:2019 dan SNI 8460:2017. Hasil penelitian menunjukkan dimensi pondasi rakit 31 m x 13 m dengan tebal 800 mm, tulangan pokok lapangan D25-175 dan tumpuan D29-250 pada kedua arah, serta tulangan bagi D16-125. Kontrol geser pons terpenuhi (Vu = 325,1 ton < ϕVc = 507,3 ton), dan kontrol penurunan total (49,5 mm) maupun diferensial (15,2 mm) memenuhi syarat SNI 8460:2017. Namun, tegangan kontak maksimum tanah (qmax = 11,21 t/m²) masih melebihi daya dukung izin (qall = 4,75 t/m²) sehingga secara geoteknik dimensi rencana belum sepenuhnya aman dan memerlukan perbaikan tanah atau perbesaran dimensi pada tahap lanjutan. Dari sisi biaya, pondasi rakit tetap terbukti lebih ekonomis dibandingkan pondasi tiang pancang, dengan efisiensi biaya sekitar 33-34%.

Kata Kunci : Pondasi Rakit, Daya Dukung Tanah, Penurunan, Geser Pons, SNI 2847:2019

Abstract

The 5-story Catering Building at Pondok Pesantren Kedunglo, Kediri, is planned in a dense residential area with narrow road access, making deep foundations such as driven piles risky due to vibration and noise to surrounding buildings. In addition, the soil in Kediri is dominated by low-bearing-capacity alluvial deposits that may cause significant settlement under a multi-story structure. This study aims to design a raft foundation as a shallow-foundation alternative capable of distributing loads evenly and minimizing differential settlement. Secondary data used include Cone Penetration Test (CPT) results from 5 points and superstructure loading data obtained from SAP2000 analysis. Bearing capacity was calculated using the Terzaghi and Meyerhof methods, while dimensioning, reinforcement, punching-shear control, and settlement analysis referred to SNI 2847:2019 and SNI 8460:2017. Results show a raft foundation dimension of 31 m x 13 m with a thickness of 800 mm, main reinforcement of D25-175 (span) and D29-250 (support) in both directions, and distribution reinforcement of D16-125. The punching shear check is satisfied (Vu = 325.1 ton < ϕVc = 507.3 ton), and both total settlement (49.5 mm) and differential settlement (15.2 mm) meet SNI 8460:2017 requirements. However, the maximum soil contact pressure (qmax = 11.21 t/m²) still exceeds the allowable bearing capacity (qall = 4.75 t/m²), indicating that the planned dimension is not yet geotechnically safe and requires soil improvement or dimension enlargement in further design. In terms of cost, the raft foundation remains more economical than a pile foundation, with a cost efficiency of about 33-34%.

***Keywords**: Raft Foundation, Bearing Capacity, Settlement, Punching Shear, SNI 2847:2019*

PENDAHULUAN

Pondok pesantren sebagai lembaga pendidikan terus berkembang, termasuk kebutuhan pembangunan sarana penunjang seperti Gedung Katering yang berfungsi mengolah dan menyajikan makanan bagi seluruh santri. Bangunan ini harus fungsional sekaligus aman, kokoh, dan ekonomis, yang salah satu penentu utamanya adalah pemilihan sistem pondasi yang tepat.

Lokasi proyek berada di lingkungan permukiman padat dengan akses jalan yang relatif sempit dan dikelilingi bangunan eksisting. Kondisi ini membatasi metode konstruksi yang dapat diterapkan, terutama yang melibatkan alat berat berukuran besar. Penerapan pondasi dalam seperti tiang pancang berpotensi menimbulkan getaran dan kebisingan yang mengganggu bangunan serta penduduk sekitar akibat mobilisasi piling rig dan proses pemancangan.

Tantangan teknis lain berkaitan dengan kondisi geoteknik wilayah Kediri yang didominasi tanah aluvial hasil endapan sungai dan aktivitas vulkanik, dengan daya dukung relatif rendah dan kompresibilitas tinggi. Tanpa

Vol. 2, No.2, Juli 2026
E-ISSN :

analisis yang tepat, penurunan tidak merata (differential settlement) dapat memicu retak struktur hingga kegagalan konstruksi. Pondasi rakit (raft foundation) dipandang sebagai alternatif yang aplikatif karena mendistribusikan beban bangunan secara merata melalui pelat beton masif, sehingga memperkecil tegangan kontak ke tanah dan tidak memerlukan alat berat khusus.

Penelitian sejenis oleh Waliyudiin dan Pramusandi (2023) pada proyek Gedung RSIA Sanglah menunjukkan bahwa beban total pondasi rakit lebih kecil dibandingkan daya dukung izin ultimit sehingga pondasi dinyatakan aman. Muchti dkk. (2024) pada bangunan pendidikan tinggi juga menyimpulkan pondasi rakit dengan tebal 450 mm mampu menahan tegangan tanah eksisting di bawah daya dukung izin dengan biaya konstruksi yang lebih ekonomis dibanding alternatif pondasi dalam. Merujuk pada penelitian-penelitian tersebut, kajian ini menganalisis kelayakan pondasi rakit untuk Gedung Katering 5 Lantai di Pondok Pesantren Kedunglo Kediri menggunakan data sekunder hasil uji sondir dan data pembebanan struktur atas.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung beban rencana (mati, hidup, dan gempa) yang bekerja pada struktur bawah sesuai SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019.
2. Menentukan dimensi dan penulangan pondasi rakit yang aman berdasarkan parameter geoteknik lokasi proyek sesuai SNI 2847:2019.
3. Menganalisis kriteria keamanan terhadap penurunan (settlement) dan geser pons (punching shear) sesuai SNI 8460:2017.
4. Menghitung volume pekerjaan dan estimasi biaya (RAB) pondasi rakit serta membandingkannya secara ekonomis dengan pondasi tiang pancang.

METODE

Penelitian dilakukan pada rencana Gedung Katering 5 lantai di Jl. Bandar Ngalim Gg. I, Bandar Lor, Kecamatan Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode analitis dan komputasional berbasis data sekunder, yaitu data hasil uji sondir (Cone Penetration Test) pada 5 titik (S1-S5) yang dilaksanakan oleh PT. Sarana Data Persada, serta data denah, dimensi elemen struktur, dan fungsi ruang dari Departemen Perlengkapan Wahidiyah.

Alat bantu yang digunakan meliputi perangkat lunak SAP2000 versi 20/21 untuk pemodelan dan analisis struktur atas guna memperoleh reaksi perletakan kolom, AutoCAD untuk pengolahan gambar teknik, dan Microsoft Excel untuk perhitungan manual. Analisis pondasi rakit menggunakan Metode Konvensional (Rigid Method) yang menganggap pelat pondasi bersifat kaku sempurna sehingga distribusi tekanan tanah terhadap dasar pondasi dianggap linear.

Tahapan penelitian meliputi: (1) pengumpulan data tanah dan data struktur; (2) analisis parameter tanah dan penentuan modulus reaksi subgrade; (3) analisis daya dukung tanah dengan metode Terzaghi dan verifikasi Meyerhof; (4) analisis pembebanan gedung menggunakan SAP2000 mengacu SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019; (5) perencanaan dimensi pondasi rakit; (6) perencanaan tulangan pelat pondasi dan kontrol geser pons sesuai SNI 2847:2019; (7) analisis penurunan (settlement) sesuai SNI 8460:2017; dan (8) evaluasi keamanan serta efisiensi desain, termasuk perhitungan volume pekerjaan dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Perencanaan

Objek penelitian adalah Gedung Katering (fungsi komersial) 5 lantai dengan tinggi bangunan ±20 m, sistem struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), jarak antar kolom 6 m, tinggi per lantai 4 m, dimensi kolom utama 50 cm x 50 cm, balok induk 30 cm x 50 cm, dan tebal pelat lantai 12 cm. Mutu beton yang digunakan f'c = 25 MPa dengan berat jenis 2.400 kg/m³.

Pengujian tanah menggunakan metode Cone Penetration Test (CPT) mengacu SNI 2827:2008 pada 5 titik sondir (S1-S5). Hasil uji menunjukkan kondisi tanah tidak seragam, didominasi lempung dengan sisipan pasir acak dan nilai tahanan konus (qc) rata-rata terendah 5-6 kg/cm². Rekapitulasi parameter tanah rencana disajikan pada Tabel 1.

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Tahanan konus terendah	qc	5,5	kg/cm²
Kuat geser undrained	Su	2,6	t/m²
Sudut geser dalam	φ	0	-
Kedalaman rencana pondasi	Df	1,5	m

Tabel 1 Parameter Tanah Perencanaan

Seluruh proses analisis mengacu pada SNI 2847:2019 (struktur beton), SNI 1727:2020 (beban minimum), SNI 1726:2019 (beban gempa), dan SNI 8460:2017 (perancangan geoteknik), serta metode Terzaghi (1943) dan Meyerhof (1963) untuk analisis daya dukung tanah.

B. Analisis Pembebanan Struktur Atas

Pemodelan struktur menggunakan SAP2000 versi 20 dengan beban gravitasi (mati dan hidup) serta beban gempa dinamis respons spektrum sesuai SNI 1726:2019. Beban mati mencakup berat sendiri elemen struktur dan beban mati tambahan (SIDL) sebesar 400 kg/m² pada lantai 1-4 dan 100 kg/m² pada atap. Beban hidup ditentukan berdasarkan fungsi ruang, sebagaimana Tabel 2.

Fungsi Ruang	Beban Hidup (kg/m²)
Ruang pengolahan/dapur	400

Fungsi Ruang	Beban Hidup (kg/m²)
Tangga	479
Pelat atap non-hunian	100

Tabel 2 Beban Hidup Perencanaan
Sumber: SNI 1727:2020

Klasifikasi situs tanah ditentukan Kelas Situs D (tanah sedang) karena kuat geser niralir rata-rata Su < 50 kPa. Parameter percepatan gempa rencana diperoleh dari Desain Spektra Indonesia PUPR pada koordinat proyek (-7,824249; 112,007869), dengan Ss = 0,8522 g dan S1 = 0,4019 g, menghasilkan SDS = 0,6585 g dan SD1 = 0,4282 g. Faktor skala respons spektrum yang digunakan pada SAP2000 sebesar 1,81 untuk memenuhi ketentuan gaya geser dasar dinamik minimum 100% terhadap statik ekuivalen sesuai SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4.

Hasil analisis kombinasi pembebanan terfaktor (envelope) menghasilkan resultan beban aksial total pada kolom sebesar 24.215,43 kN. Untuk kontrol tegangan kontak tanah digunakan kombinasi beban layan (Service Load) 1,0 DL + 1,0 SIDL + 1,0 LL, yang menghasilkan total beban layan sebesar 2.899,24 ton, dengan luasan denah dasar bangunan 403 m² (13 m x 31 m).

C. Analisis Geoteknik

Daya dukung ultimit dihitung dengan persamaan Terzaghi untuk pondasi persegi panjang, qu = c.Nc.(1+0,3B/L) + Df.γ.Nq + 0,5.γ.B.Nγ.(1-0,2B/L), menghasilkan qu = 19,32 t/m². Sebagai pembanding, metode empiris Meyerhof berdasarkan qc menghasilkan qa = 2,10 t/m². Perbandingan hasil kedua metode terhadap rekomendasi laporan penyelidikan tanah disajikan pada Tabel 3.

Metode	qu (t/m²)	SF	qa (t/m²)
Terzaghi	19,32	3,0	6,44
Meyerhof	-	3,0	2,10
Rekomendasi laporan (dipakai)	-	-	4,75

Tabel 3 Perbandingan Daya Dukung Tanah

Nilai qall = 4,75 t/m² dari laporan PT. Sarana Data Persada dipilih sebagai nilai desain karena berada di antara hasil kedua metode analitis dan bersifat konservatif namun representatif terhadap kondisi tanah tidak seragam di lapangan.

D. Perencanaan Dimensi

Dimensi pelat pondasi rakit ditetapkan menutupi seluruh tapak lantai dasar bangunan untuk memaksimalkan luasan distribusi tegangan, dengan tebal pelat awal (h) 800 mm dan kedalaman selimut beton 75 mm sesuai SNI 2847:2019, menghasilkan kedalaman efektif rata-rata (davg) 706 mm.

Parameter	Nilai	Satuan
Panjang pondasi (L)	31	m
Lebar pondasi (B)	13	m
Luas pondasi (A)	403	m²
Tebal pondasi (h)	800	mm
Kedalaman pondasi (Df)	1,5	m

Tabel 4 Dimensi Pondasi Rakit

Kontrol tegangan kontak dasar pondasi menggunakan persamaan q = Q/A ± Mx.y/Ix ± My.x/Iy menghasilkan qmax = 11,21 t/m² dan qmin = 1,05 t/m². Nilai qmax tersebut lebih besar dari qall = 4,75 t/m², sehingga secara geoteknik dimensi pondasi rencana belum memenuhi syarat keamanan terhadap keruntuhan geser tanah. Meskipun demikian, analisis struktural (geser pons, penulangan, dan penurunan) tetap dilanjutkan untuk mengevaluasi kapasitas penampang beton pondasi awal secara menyeluruh.

E. Analisis Pondasi Rakit dan Detail Penulangan

Momen lentur pelat pondasi dihitung menggunakan Metode Desain Langsung (Direct Design Method) sesuai SNI 2847:2019 Pasal 8.10. Kontrol geser pons di sekitar kolom kritis menggunakan keliling kritis pada jarak d/2 dari sisi kolom menghasilkan kapasitas geser terkecil Vc = 676,4 ton sehingga ϕVc = 507,3 ton, sedangkan gaya geser terfaktor Vu = 325,1 ton. Karena Vu < ϕVc, kapasitas penampang pelat pondasi dinyatakan memenuhi syarat terhadap geser pons.

Posisi	Tulangan Arah X	Tulangan Arah Y
Lapangan	D25-175 (As=2.805 mm²)	D25-175 (As=2.805 mm²)
Tumpuan	D29-250 (As=2.642 mm²)	D29-250 (As=2.642 mm²)
Tulangan bagi	D16-125	D16-125

Tabel 5 Ringkasan Penulangan Pondasi Rakit

Seluruh kontrol rasio tulangan (ρmin ≤ ρ ≤ ρmaks) dan kontrol momen tersedia (Mt > Mu) pada keempat posisi kritis (tumpuan dan lapangan arah X serta Y) dinyatakan memenuhi syarat, dengan rasio tulangan terpasang ρ = 0,35% pada seluruh posisi, sama dengan rasio tulangan minimum yang disyaratkan.

F. Analisis Penurunan (Settlement)

Penurunan segera dihitung menggunakan metode Janbu, Bjerrum & Kjaernsli (1956) sebagaimana dikutip dalam Hardiyatmo (2014). Mengingat lapisan tanah dominan berupa pasir berlanau dengan sisipan lensa pasir, penurunan konsolidasi jangka panjang dianggap tidak signifikan sehingga penurunan total didekati dari penurunan segera saja. Hasil kontrol penurunan disajikan pada Tabel 6.

Kontrol	Hasil	Syarat	Status
Penurunan total	49,5 mm	≤ 103,6 mm	Memenuhi

Kontrol	Hasil	Syarat	Status
Penurunan diferensial	15,2 mm	12,4 - 20,7 mm	Memenuhi

Tabel 6 Kontrol Penurunan Total dan Diferensial
Sumber:mengacu SNI 8460:2017

Berdasarkan hasil tersebut, pondasi rakit dinyatakan memenuhi syarat keamanan terhadap penurunan total maupun diferensial sesuai batas izin Skempton & MacDonald (1956) dalam Das (1995) dan SNI 8460:2017 Pasal 9.2.4.3.

G. Rencana Anggaran Biaya dan Perbandingan Ekonomis

Rencana Anggaran Biaya (RAB) pondasi rakit disusun berdasarkan volume pekerjaan (galian, urugan pasir, lantai kerja, bekisting, beton, dan pembesian) dikalikan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Kediri tahun 2025. Total biaya konstruksi pondasi rakit diperkirakan sebesar Rp 855.817.240,00 hingga Rp 974.087.107,00 (termasuk PPN), lebih ekonomis dibandingkan Rencana Anggaran Biaya pondasi bore pile/tiang pancang pada desain eksisting sebesar Rp 1.309.038.246,00 hingga Rp 1.453.032.453,00, dengan efisiensi biaya berkisar 33-34,6%.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil perencanaan pondasi rakit Gedung Katering 5 lantai di Pondok Pesantren Kedunglo Kediri, dapat disimpulkan bahwa dimensi pondasi 31 m x 13 m dengan tebal 800 mm, tulangan lapangan D25-175 dan tumpuan D29-250 pada kedua arah, serta tulangan bagi D16-125, telah memenuhi kriteria keamanan struktural terhadap geser pons (V_u = 325,1 ton < ϕV_c = 507,3 ton) dan penulangan lentur. Kontrol penurunan total (49,5 mm) dan diferensial (15,2 mm) juga memenuhi syarat SNI 8460:2017. Namun, dari aspek geoteknik, tegangan kontak maksimum tanah (q_{max} = 11,21 t/m²) masih melampaui daya dukung izin (q_{all} = 4,75 t/m²), sehingga penerapan pondasi rakit murni (conventional raft foundation) pada dimensi tersebut belum sepenuhnya layak dari segi keamanan daya dukung tanah, meskipun secara ekonomi lebih hemat sekitar 33-34% dibandingkan pondasi tiang pancang.

Saran

1. Disarankan perbesaran dimensi pondasi rakit atau penerapan perbaikan tanah (soil improvement) mengingat tekanan kontak tanah (q_{max}) melebihi daya dukung izin (q_{all}).
2. Diperlukan data uji laboratorium tanah (indeks properties) untuk memperoleh nilai penurunan konsolidasi yang lebih akurat, mengingat penelitian ini hanya mengandalkan data sondir.
3. Nilai kohesi tanah dan parameter daya dukung sebaiknya diverifikasi dengan uji laboratorium tambahan (boring dan triaksial).
4. Penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan analisis pondasi rakit dengan metode elastis (pemodelan pelat dengan pegas tanah pada SAP2000/SAFE) sebagai pembanding metode konvensional.
5. Perlu dipertimbangkan alternatif kombinasi pondasi rakit-tiang (piled raft foundation) apabila perbesaran dimensi rakit tidak memungkinkan akibat keterbatasan lahan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019). Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2019). Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020). Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI 8460:2017). Jakarta.

Waliyudiin, A. K., & Pramusandi, S. (2023). Analisis Daya Dukung Raft Foundation pada Proyek Gedung RSIA Sanglah.

Muchti, H. A., Mazni, D. I., Herman, H., & Boy, W. (2024). Optimalisasi Perencanaan Pondasi Rakit pada Bangunan Pendidikan Tinggi. Vol.2 No.4.

Karundeng, C. H., Legrans, R. R. I., & Ticoh, J. H. (2025). Analisis Daya Dukung Fondasi Rakit pada Konstruksi Bangunan Hotel 8 Lantai. Vol. 23, No. 91.

Utomo, E. C., & Tarigan, J. (2023). Perencanaan Pondasi Setapak Gabungan dan Pondasi Rakit Sederhana pada Proyek Orangutan Haven Sumatera Utara.

Hardiyatmo, H. C. (2014). Analisis dan Perancangan Fondasi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. John Wiley & Sons, New York.

Meyerhof, G. G. (1963). Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations. Canadian Geotechnical Journal.