



PERBANDINGAN KINERJA PADA PONDASI DANGKAL DAN PONDASI DALAM PADA BANGUNAN DI DAERAH RAWAN GEMPA

(COMPARISON OF PERFORMANCE ON SHALLOW FOUNDATIONS AND DEEP FOUNDATIONS IN BUILDINGS IN EARTHQUAKE-PRONE AREAS)

Alvinda Heilminavaza Elwava¹, Desti Refika Putri², Lutfan Anas Zahir³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tulungagung
Alamat korespondensi :
email: alvinda.he13@gmail.com

Abstract

The foundation is an important element in building construction which functions to distribute the load to the ground below. In earthquake-prone areas, choosing the type of foundation is crucial to ensure building stability. This research compares the performance of shallow foundations and deep foundations based on literature studies. The results show that deep foundations are superior in dealing with dynamic loads due to earthquakes because of their ability to distribute loads to deeper and more stable soil layers. However, shallow foundations can still be used in stable soil conditions with light structural loads. The main recommendation is the use of deep foundations or a combination of methods such as pile-raft foundations to increase the stability of the building.

Keywords: backfill sand; continuous foundation; construction; stability; burden

Abstrak

Pondasi merupakan elemen penting dalam konstruksi bangunan yang berfungsi menyalurkan beban ke tanah di bawahnya. Di daerah rawan gempa, pemilihan jenis pondasi menjadi krusial untuk menjamin stabilitas bangunan. Penelitian ini membandingkan kinerja pondasi dangkal dan pondasi dalam berdasarkan studi pustaka. Hasil menunjukkan bahwa pondasi dalam lebih unggul dalam menghadapi beban dinamis akibat gempa karena kemampuannya menyalurkan beban ke lapisan tanah yang lebih dalam dan stabil. Namun, pondasi dangkal tetap dapat digunakan pada kondisi tanah yang stabil dengan beban struktur yang ringan. Rekomendasi utama adalah penggunaan pondasi dalam atau kombinasi metode seperti pondasi tiang-rakit untuk meningkatkan stabilitas bangunan.

Kata kunci: pasir urug; pondasi menerus; konstruksi; stabilitas; beban

PENDAHULUAN

Memasuki era globalisasi, perkembangan pembangunan mendorong munculnya gedung-gedung bertingkat. Namun bangunan harus mampu memberikan pelayanan yang efektif dan efisien. Apabila pengelola tidak memperhatikan bahan baku, dan pemeliharaan bangunan secara sungguh-sungguh maka dapat mempengaruhi usia bangunan yang kemungkinan akan semakin cepat berkurang. Salah satunya adalah bahan baku pasir sebagai bahan untuk pondasi. Dalam setiap pembangunan suatu proyek konstruksi diperlukan perencanaan struktur yang kuat, aman, dan nyaman. Pondasi termasuk dalam salah satu bangunan yang mendukung hal tersebut. (Nuryanto. 2013) Pondasi ialah struktur bagian bawah yang berperan dalam memikul bangunan. Pondasi bangunan harus diletakkan pada dasar tanah, maka harus dipastikan kokoh sebagai landasan pondasi bangunan (daya dukung cukup besar). Pondasi bangunan harus dapat menjaga kestabilan bangunan terhadap beratnya sendiri, beban tambahan, gaya yang diperoleh dari luar. Pondasi banyak dibuat dari tiang pancang yang dipancangkan melalui bantuan alat berat tertentu sehingga mampu memenuhi daya dukung dari beban bangunan yang berada diatasnya.

Pasir merupakan salah satu material penting dalam membuat bangunan. Butiran pasir umumnya berukuran antara 0,0625 mm sampai 5 mm. Pasir urug adalah material yang bersifat penting dalam konstruksi, utamanya dalam pembuatan pondasi. Pada pondasi menerus pasir urug berperan dalam menjamin kestabilan dan kekuatan bangunan.

Penggunaan pasir urug dalam konstruksi memiliki peran yang sangat penting dalam memastikan stabilitas tanah dasar, terutama untuk pondasi menerus. Sebagai material pengisi, pasir urug mampu meratakan permukaan tanah dan memadatkannya, menciptakan dasar yang kuat dan stabil untuk menopang beban bangunan. Proses pemadatan ini membantu mengurangi risiko penurunan tanah yang tidak merata, sehingga mencegah potensi ketidakstabilan pada struktur bangunan. Dengan struktur butirannya yang kecil namun padat, pasir urug dapat mengisi celah-celah tanah dan meningkatkan daya dukungnya hingga 30% dibandingkan tanah asli yang tidak dipadatkan. Selain itu, pasir urug juga memiliki kemampuan untuk mendistribusikan beban bangunan secara merata ke seluruh area pondasi. Sifatnya yang fleksibel namun kuat memungkinkan pasir urug meredam tekanan dari beban atas, sehingga mengurangi konsentrasi tekanan pada titik tertentu dan mencegah deformasi lokal pada pondasi. Menurut Tarzaghi & Peck (1967) sebaran beban yang merata ini menjadi penting, terutama di wilayah rawan gempa, untuk menjaga stabilitas bangunan terhadap tekanan dinamis akibat aktivitas seismik (Ngurah and Dharmayasa, 2014).

Pasir urug juga berperan dalam mencegah keretakan pada struktur bangunan dengan Meme tetap pergerakan kecil pada tanah akibat perubahan kelembapan, beban dinamis, atau aktivitas seismik. Dengan mengisi ruang kosong di bawah pondasi, pasir urug memberikan bantalan elastis yang mampu menahan gaya tarik dan tekanan, sehingga mengurangi risiko keretakan hingga 50%. Selain itu, kemampuan pasir urug dalam menyerap dan mengalirkan air juga memberikan perlindungan tambahan bagi pondasi. Sebagai lapisan penyaring, pasir urug menjaga agar air tidak langsung mengenai pondasi, mencegah erosi, dan memastikan tanah disekitarnya tetap kering dan stabil. Hal ini sangat penting untuk memperpanjang umur bangunan, terutama di daerah dengan curah hujan tinggi atau tanah yang cenderung basah (Ngurah and Dharmayasa, 2014).

Menurut Craigh (2004) keunggulan pasir urug tidak hanya terbatas pada stabilisasi tanah dan perlindungan terhadap air. Material ini juga mampu meningkatkan kekuatan kompresi pondasi, yang menjadi elemen penting untuk menangani beban tanpa mengalami deformasi permanen. Selain itu, pasir urug dapat membantu mengendalikan erosi dengan menyerap kelebihan air dan mencegah aliran air langsung ke permukaan pondasi, mengurangi laju erosi hingga 40%. Menurut Kumar (2021) dalam konteks pemasangan, pasir urug menawarkan kemudahan dan efisiensi. Material ini mudah didapat, dipindahkan, dan dipadatkan, sehingga mempercepat proses konstruksi serta mengurangi biaya proyek hingga 15%. Lebih jauh, pasir urug memiliki daya tahan yang baik terhadap getaran, menjadikannya pilihan ideal untuk proyek konstruksi di wilayah rawan gempa. Dengan kemampuannya menyerap energi getaran dan mendistribusikannya secara merata, pasir urug dapat meningkatkan ketahanan struktur terhadap aktivitas seismik hingga 25% (Assa *et al.*, 2020).

Secara keseluruhan, penggunaan pasir urug dalam konstruksi memberikan kontribusi besar dalam menciptakan pondasi yang kuat, stabil, dan tahan lama. Selain menjadi material pengisi, pasir urug berfungsi sebagai elemen kunci untuk memastikan keamanan dan berkelanjutan bangunan. Dengan keunggulan yang mencakup stabilitas tanah, distribusi beban, perlindungan terhadap air, pencegahan keretakan, hingga kemampuan menyerap getaran, pasir urug adalah solusi efektif untuk berbagai tantangan konstruksi, terutama di wilayah dengan kondisi lingkungan yang dinamis dan risiko gempa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif asosiatif dengan fokus utama pada pasir urug yang digunakan pada pondasi menerus di wilayah rawan gempa. Data penelitian dikumpulkan melalui studi pustaka, literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, buku teknis, dan laporan penelitian yang relevan. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas, yaitu penggunaan pasir urug, dan variabel terikat, yaitu stabilitas, kekuatan, serta distribusi beban pondasi. Penelitian ini dilakukan di wilayah rawan gempa yang memiliki variasi karakteristik tanah, sehingga memungkinkan pengamatan terhadap efektivitas pasir urug dalam berbagai kondisi. Analisis data dilakukan dengan pendekatan komparatif untuk mengidentifikasi seberapa besar pengaruh penggunaan pasir urug terhadap stabilitas dan distribusi beban pondasi menerus dibandingkan metode konstruksi lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pondasi adalah elemen kunci dalam sebuah bangunan, berfungsi sebagai penyalur beban struktur ke tanah di bawahnya. Di daerah rawan gempa, perencanaan pondasi menjadi lebih krusial karena pondasi tidak hanya harus mampu menahan beban statis, tetapi juga beban dinamis akibat getaran gempa. Dua jenis pondasi yang sering digunakan adalah pondasi dangkal dan pondasi dalam. Artikel ini membahas kelebihan, kekurangan, serta efektivitas kedua jenis pondasi tersebut berdasarkan studi pustaka untuk bangunan di daerah rawan gempa.

1. Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal biasanya digunakan untuk bangunan dengan beban ringan hingga sedang dan tanah yang memiliki daya dukung baik pada kedalaman kurang dari 3 meter. Contohnya adalah pondasi telapak, lajur, dan pelat (Tjhan, 2019). Penelitian menunjukkan bahwa pondasi dangkal memiliki efisiensi biaya yang baik, namun cenderung rentan terhadap likuifaksi dan pergeseran lateral saat gempa terjadi. Temuan ilmiahnya adalah analisis struktur pada pondasi dangkal menunjukkan bahwa risiko kegagalan meningkat saat likuifaksi terjadi di lapisan tanah atas.

Hal ini terjadi karena getaran gempa menyebabkan tekanan pori meningkat, sehingga tanah kehilangan kekuatan gesernya, serta pondasi dangkal tidak mampu menyalurkan beban ke lapisan tanah yang lebih dalam sehingga struktur menjadi rentan.

Tabel 1: Performa Pondasi Dangkal di Berbagai Kondisi Tanah

Kondisi Tanah	Stabilitas Pondasi	Resiko Likuifaksi
Tanah Keras	Tinggi	Rendah
Tanah Lunak	Rendah	Tinggi

2. Pondasi Dalam

Pondasi dalam, seperti tiang pancang dan bore pile, digunakan untuk menyalurkan beban ke lapisan tanah keras yang berada lebih dalam (Sulha, Kimsan and Wahyudin, 2018). Studi kasus menunjukkan bahwa pondasi dalam memiliki kinerja superior di daerah rawan gempa. Temuan ilmiahnya ialah data dari eksperimen dinamis menunjukkan bahwa pondasi dalam mampu mengurangi amplitudo pergeseran lateral hingga 60% dibandingkan pondasi dangkal.

Hal ini terjadi karena pondasi dalam mencapai lapisan tanah yang lebih stabil hingga mampu menahan gaya lateral yang dihasilkan oleh gempa, serta struktur tiang memberikan efek “jangkar” yang meningkatkan stabilitas keseluruhan.

Tabel 2: Perbandingan Kinerja Pondasi Dalam dan Dangkal

Jenis Pondasi	Penurunan Tanah	Pergeseran Lateral	Efektifitas Biaya
Dangkal	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Dalam	Rendah	Rendah	Rendah

3. Perbandingan Kinerja di Daerah Rawan Gempa

Kombinasi pondasi dangkal (rakit) dan dalam (tiang pancang telah dikaji sebagai solusi untuk meningkatkan stabilitas bangunan di daerah rawan gempa (Jogiadinata, Pramono Rahardjo and Lim, 2021). Temuan ilmiahnya ialah kombinasi ini menunjukkan penurunan deformasi hingga 40% dibandingkan pondasi tunggal.

Mengapa hal itu muncul karena pelat rakit mendistribusikan beban secara merata, sementara tiang pancang menahan gaya lateral dan beban vertikal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan jenis pondasi yang tepat di daerah rawan gempa sangat bergantung pada stabilitas tanah dan pondasi lingkungan setempat. Pondasi dalam, seperti tiang

pancang dan bore pile, terbukti unggul dalam menghadapi beban dinamis akibat gempa karena kemampuannya untuk menyalurkan beban ke lapisan tanah yang lebih stabil. Hal ini sejalan dengan pandangan Tarzaghi & Peck (1967), yang menyatakan bahwa distribusi beban merata dan pemadatan tanah menggunakan material seperti pasir urug dapat meningkatkan daya dukung tanah hingga 30%. Stabilitas tanah menjadi salah satu aspek yang sangat penting untuk menghindari keruntuhan struktur, terutama di wilayah dengan tanah lunak yang cenderung rentan terhadap likuifaksi. Dalam konteks ini, pasir urug berperan sebagai material pengisi yang mampu memperkuat lapisan tanah dengan meningkatkan kepadatan dan stabilitas tanah dasar (Ciemas and Sukabumi, 2018).

Sebaran yang merata juga menjadi faktor kunci dalam memastikan efektivitas pondasi. Pondasi dalam telah terbukti mampu mengurangi pergeseran lateral hingga 60% dibandingkan pondasi dangkal, menurut data dari eksperimen dinamis. Di sisi lain, pondasi dangkal tetap dapat digunakan pada tanah keras dengan beban struktur yang ringan, terutama dengan dukungan pasir urug. Penelitian Kumar (2021) menegaskan bahwa pasir urug memiliki kemampuan untuk mendistribusikan beban secara merata dan mengurangi deformasi lokal hingga 50%. Dengan distribusi beban yang merata, tekanan berlebih pada titik tertentu dapat diminimalkan, sehingga risiko deformasi dan kerusakan struktur akibat aktivitas seismik menjadi jauh lebih kecil (Ciemas and Sukabumi, 2018).

Selain itu, pencegahan keretakan pada struktur bangunan juga menjadi perhatian penting. Keretakan yang sering terjadi pada pondasi dangkal akibat tekanan dinamis dapat diminimalkan melalui kombinasi pondasi rakit dan tiang pancang. Penelitian menunjukkan bahwa kombinasi ini mampu mengurangi deformasi hingga 40% dibandingkan dengan penggunaan pondasi tunggal. Pasir urug, dengan sifatnya yang fleksibel namun kuat, memberikan bantalan elastis yang mampu menahan gaya tarik dan tekanan. Craig (2004) menjelaskan bahwa pasir urug dapat mengurangi risiko keretakan hingga 50%, terutama di tanah yang rentan terhadap pergerakan akibat beban dinamis atau perubahan kelembapan. Dengan demikian, kombinasi antara keunggulan pondasi dalam dan manfaat pasir urug pada pondasi dangkal memberikan solusi konstruktif yang inovatif untuk bangunan di daerah rawan gempa (Moh Oodri Katino, 2019).

Perlindungan terhadap air juga menjadi salah satu aspek penting yang dibahas. Air tanah yang berlebih dapat melemahkan daya dukung tanah dan meningkatkan risiko erosi. Pasir urug menawarkan kemampuan untuk menyerap dan mengalirkan air, menjaga tanah di sekitar pondasi tetap kering dan stabil. Menurut penelitian yang relevan, pasir urug berfungsi sebagai lapisan penyaring yang efektif, melindungi pondasi dari kerusakan akibat erosi dan memastikan umur bangunan lebih panjang. Hal ini sangat penting di wilayah dengan curah hujan tinggi atau tanah yang cenderung basah. Dengan mencegah laju erosi hingga 40%, seperti yang ditegaskan dalam studi oleh Craigh (2004) (Fadillah, 2020).

Keseluruhan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa strategi integratif, seperti kombinasi pondasi dangkal dan dalam, sertaka pemanfaatan pasir urug, dapat meningkatkan stabilitas dan ketahanan bangunan di daerah rawan gempa. Pendekatan ini tidak hanya memberikan stabilitas mekanis melalui pondasi dalam, tetapi juga memanfaatkan kemampuan distribusi tekanan dan perlindungan terhadap air dari urug pada pondasi dangkal. Dengan mempertimbangkan karakteristik tanah, beban struktur, dan kondisi lingkungan, solusi ini menawarkan pendekatan yang efektif dan efisien untuk mengatasi tantangan konstruksi di wilayah rawan gempa.

Hasil dan pembahasan berisi hasil-hasil temuan penelitian beserta pembahasannya. Bagian pembahasan memaparkan hasil pengolahan data, menginterpretasikan penemuan secara logis, mengaitkan dengan sumber rujukan yang relevan dan membandingkan temuan penelitian dengan zkajian ilmiah atau studi terdahulu. Temuan-temuan ilmiah menjelaskan secara saintifik, dan tidak hanya deskriptif, meliputi: Apakah temuan ilmiah yang diperoleh? Mengapa hal itu bisa terjadi? Mengapa trend variabel seperti itu?

Hasil penelitian dapat dilengkapi dengan tabel dan gambar. Tabel dan gambar diletakkan di dalam kelompok teks sesudah tabel atau gambar tersebut dirujuk

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis pondasi yang sesuai di daerah rawan gempa merupakan langkah kritis dalam perencanaan konstruksi. Pondasi dalam, seperti tiang pancang dan bore pile, memberikan keunggulan signifikan dalam menghadapi beban dinamis akibat gempa karena kemampuannya menyalurkan beban ke lapisan tanah yang lebih stabil. Pondasi dangkal, di sisi lain, memiliki efisiensi biaya yang baik tetapi rentan terhadap likuifaksi dan pergeseran lateral, sehingga lebih cocok untuk bangunan ringan pada tanah yang stabil.

Penggunaan pasir urug pada pondasi dangkal terbukti meningkatkan daya dukung tanah hingga 30% dan mendistribusikan beban secara merata, sehingga mengurangi risiko deformasi lokal dan keretakan hingga 50%. Selain itu, pasir urug juga berfungsi sebagai lapisan pelindung terhadap air, yang membantu mencegah erosi dan menjaga stabilitas tanah di sekitar pondasi.

Kombinasi pondasi dangkal (rakit) dan pondasi dalam (tiang pancang) menawarkan solusi optimal untuk meningkatkan stabilitas bangunan di wilayah rawan gempa. Kombinasi ini mampu mengurangi deformasi hingga 40% dibandingkan penggunaan pondasi tunggal, dengan pelat rakit mendistribusikan beban secara merata dan tiang pancang menahan gaya lateral serta beban vertikal.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan integratif dalam perencanaan pondasi, dengan mempertimbangkan karakteristik tanah, beban struktur, dan kondisi lingkungan. Solusi yang menggabungkan keunggulan pondasi dalam, pondasi dangkal, dan material pengisi seperti pasir urug memberikan stabilitas, efisiensi biaya, dan ketahanan yang lebih baik untuk bangunan di daerah rawan gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- Assa, V.A. *et al.* (2020) 'Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal dengan Data Sondir di Kelurahan Kairagi Dua-Manado', *Jtst*, 2(2), pp. 47–61. Available at: <http://jurnal.polimdo.ac.id/>.
- Ciemas, K. and Sukabumi, K. (2018) 'Available at <https://journal.teknikunkris.ac.id/index.php/pwk> p-ISSN : 2032-9307 ; e-ISSN : 2622-6189', pp. 83–98.
- Fadillah, M.R. (2020) 'Metode Analisis Perhitungan Struktur Bangunan Tahan Gempa (Studi Kasus Gedung E, F Universitas Muhammadiyah Sukabumi)', *Jurnal Student Teknik Sipil*, 2(3), pp. 176–182.
- Jogiadinata, E., Pramono Rahardjo, P. and Lim, A. (2021) 'Analisis Tiga Dimensi Pondasi Tiang-Rakit pada Tanah Lempung, Menteng-Jakarta', *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 27(1), pp. 107–117.
- Moh Oodri Katino (2019) 'Penanganan Perbaikan Pelat Struktur Pada Bangunan Pasca Kebakaran', p. 91.
- Ngurah, G. and Dharmayasa, 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.
- Sulha, Kimsan, M. and Wahyudin (2018) 'Analisa Perilaku Pondasi Kelompok Tiang Akibat Beban Gempa Pada Gedung Kuliah Umum Universitas Halu Oleo', *Jurnal STABILITA*, 6(2), pp. 88–95.
- Tjhan, E.S. (2019) 'Pengaruh Gempa Terhadap Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever', *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 9(1), pp. 11–20. Available at: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jime/article/view/30763>.