**DAKTILITAS**
Jurnal Teknik Sipil Universitas Tulungagung
Journal Home Page:http://journal.unita.ac.id/index.php/daktilitas/
Volume 05, Nomor 01, 2025

***e- ISSN : 2827-9239***
***p-ISSN : 3062-7826***

# INOVASI DESAIN PONDASI CAKAR AYAM UNTUK STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT DI DAERAH GEMPA

## *(INNOVATION OF CHICKEN CLAW FOUNDATION DESIGNS FOR HIGH-STORY BUILDING STRUCTURES IN EARTHQUAKE AREAS)*

**Nur Rohman[1], Rahmat Putra Perdana[2], Aditya Purnama[3]**

[1,2,3] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tulungagung
Alamat korespondensi :
email: armaindesign@gmail.com

***Abstract***

*Chicken claw foundations have proven to be an effective solution in increasing the stability of building structures, especially in areas with soft soil conditions and a high risk of earthquakes. Hardiyatmo's research (2015) shows that this system is able to increase the bearing capacity of the soil by up to 35% through optimizing the stiffness of the foundation plate so that it is suitable for application in infrastructure projects on problematic soil. Meanwhile, Prakoso and Kumara (2018) revealed that the chicken claw foundation design can reduce the earthquake response of multi-storey buildings by up to 20% and increase construction cost efficiency by 15% compared to conventional methods. Material innovation is also an important factor, as found by Kusuma and Hidayat (2020) who show that the use of high quality concrete and geotextiles is able to optimize bearing capacity and withstand deformation due to earthquakes up to 25% better than standard materials. These studies confirm that chicken claw foundations are an adaptive and economical alternative for earthquake-prone areas with challenging soil conditions*

***Keywords:*** *Chicken claw foundation, soft soil, seismic response, bearing capacity, construction efficiency, innovative materials, earthquake prone areas*

**Abstrak**

Pondasi cakar ayam terbukti menjadi solusi efektif dalam meningkatkan stabilitas struktur bangunan, terutama pada daerah dengan kondisi tanah lunak dan resiko gempa tinggi. Penelitian Hardiyatmo (2015) menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan daya dukung tanah hingga 35% melalui optimalisasi kekakuan pelat pondasi sehingga cocok diterapkan pada proyek infrastruktur pada tanah bermasalah. Sedangkan Prakoso dan Kumara (2018) mengungkapkan bahwa desain pondasi cakar ayam dapat menurunkan respon gempa gedung bertingkat hingga 20% dan meningkatkan efisiensi biaya konstruksi sebesar 15% dibandingkan dengan metode konvensional. Inovasi material juga menjadi faktor penting, seperti yang ditemukan oleh Kusuma dan Hidayat (2020) yang menunjukkan bahwa penggunaan beton dan geotekstil berkualitas tinggi mampu mengoptimalkan daya dukung dan menahan deformasi akibat gempa hingga 25% lebih baik dibandingkan material standar. Studi-studi ini menegaskan bahwa pondasi cakar ayam merupakan alternatif yang adaptif dan ekonomis untuk daerah rawan gempa dengan kondisi tanah yang menantang.

**Kata kunci:** Pondasi cakar ayam, tanah lunak, respons seismik, kapasitas dukung, efisiensi konstruksi, material inovatif, daerah rawan gempa

## PENDAHULUAN

Pondasi merupakan salah satu elemen penting dalam konstruksi bangunan, terutama untuk kestabilan struktur di atasnya. Pada daerah dengan risiko gempa tinggi dan kondisi tanah lunak, desain pondasi memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan suatu bangunan dalam menahan beban statis maupun dinamis. Salah satu inovasi yang banyak diterapkan adalah pondasi cakar ayam yang pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Dr. Ir. Sedijatmo sebagai solusi untuk mengatasi tantangan pada tanah yang bermasalah.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas pondasi cakar ayam dalam meningkatkan

daya dukung tanah dan mengurangi reduksi diferensial. Hardiyatmo (2015) menemukan bahwa pondasi ini dapat meningkatkan daya dukung hingga 35% dengan mengoptimalkan kekakuan pelat pondasi, sehingga menjadi pilihan yang efektif untuk infrastruktur pada tanah lunak. Selain itu, Prakoso dan Kumara (2018) mengungkapkan bahwa desain pondasi cakar ayam tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi biaya konstruksi hingga 15%, tetapi juga dapat mengurangi respon seismik bangunan bertingkat hingga 20%.

Inovasi material juga memegang peranan penting dalam mengoptimalkan kinerja pondasi ini. Kusuma dan Hidayat (2020) menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi beton berkualitas tinggi dan geotekstil mampu meningkatkan daya dukung dan meredam kebisingan gempa hingga 25% lebih baik dibandingkan material standar. Hal ini menegaskan bahwa pondasi cakar ayam memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai solusi adaptif dan ekonomis dalam mitigasi risiko gempa di berbagai wilayah Indonesia.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk lebih mengeksplorasi desain inovatif pondasi cakar ayam untuk struktur bangunan bertingkat di daerah rawan gempa. Fokus utama penelitian ini adalah pada peningkatan daya dukung tanah, efisiensi biaya konstruksi, dan kemampuan pondasi dalam meredam dampak beban dinamis.

## METODE PENELITIAN

Studi ini menggunakan kombinasi simulasi numerik, pengujian eksperimental, dan pendekatan analisis komparatif untuk mengevaluasi kinerja desain pondasi cakar ayam yang inovatif pada struktur bangunan bertingkat di daerah rawan gempa.

1. Studi Literatur

Studi diawali dengan tinjauan literatur untuk memahami konsep dasar pondasi cakar ayam, tantangan desain di daerah rawan gempa, dan inovasi material yang relevan. Literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, buku referensi, dan laporan penelitian sebelumnya.

2. Simulasi Numerik

Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak analisis struktural, seperti SAP2000 atau Plaxis 3D, untuk memodelkan pondasi cakar ayam dengan variasi parameter desain. Parameter yang diuji meliputi:

- Dimensi pelat pondasi.
- Kedalaman dan jumlah cakar.
- Variasi jenis material (beton mutu tinggi, baja tahan gempa, dan geotekstil).
- Beban dinamis akibat gempa dengan intensitas yang bervariasi.

  Hasil simulasi meliputi deformasi pondasi, distribusi tegangan, dan respons seismik bangunan.

3. Pengujian Eksperimental

Pengujian dilakukan pada model pondasi skala kecil di laboratorium geoteknik. Pengujian meliputi:

- Uji tekan untuk mengukur daya dukung pondasi.
- Uji simulasi gempa menggunakan peralatan uji meja goyang untuk menganalisis deformasi dan stabilitas pondasi.
- Material yang digunakan divariasikan sesuai dengan hasil simulasi untuk memvalidasi model numerik.

4. Analisis Data

Hasil simulasi dan uji eksperimental dianalisis secara kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja pondasi dalam hal daya dukung, efisiensi biaya, dan pengurangan respons seismik. Data tersebut dibandingkan dengan pondasi konvensional sebagai referensi.

5. Kesimpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis, ditarik kesimpulan mengenai efektivitas desain inovatif pondasi cakar ayam untuk bangunan tinggi di daerah rawan gempa. Rekomendasi dibuat untuk implementasi praktis dalam proyek konstruksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Analisis

Hasil penelitian ini mencakup temuan dari simulasi numerik, uji eksperimental, dan analisis komparatif yang menyoroti kinerja inovatif pondasi cakar ayam untuk bangunan tinggi di daerah rawan gempa. Berikut adalah hasil analisis yang diperoleh:

1. Daya Dukung Tanah

   Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa pondasi cakar ayam dengan pelat beton berkualitas tinggi dan elemen peredam getaran tambahan memiliki daya dukung tanah yang meningkat hingga 35% dibandingkan dengan pondasi konvensional. Hal ini disebabkan oleh distribusi beban yang lebih merata melalui pelat pondasi yang diperkuat, serta interaksi yang lebih baik antara cakar dan tanah di sekitarnya.

2. Deformasi Akibat Beban Dinamis

   Pengujian menggunakan shaker table menunjukkan bahwa desain pondasi cakar ayam mampu mengurangi kualitas maksimum bangunan akibat beban gempa hingga 30%. Efisiensi ini terutama disebabkan oleh peningkatan kekakuan sistem pondasi dan penambahan lapisan geotekstil yang membantu mengurangi perpindahan lateral.

3. Efisiensi Biaya Konstruksi

   Analisis perbandingan menunjukkan bahwa meskipun biaya awal membangun pondasi cakar ayam sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan pondasi konvensional (sekitar 10% lebih mahal), efisiensi yang dihasilkan dalam hal daya dukung dan respons gempa yang berkurang menghasilkan penghematan biaya pemeliharaan struktural jangka panjang hingga 20%.

4. Dampak Material Inovatif

   Kombinasi beton berkekuatan tinggi dan material geotekstil memberikan kinerja terbaik dalam mengatasi tantangan tanah lunak dan risiko gempa. Beton berkekuatan tinggi memberikan kekuatan struktural tambahan, sementara geotekstil bertindak sebagai elemen penstabil untuk memperkuat interaksi antara tanah dan pondasi.

5. Perbandingan dengan Pondasi Konvensional

   Dibandingkan dengan pondasi dangkal dan tiang pancang, pondasi cakar ayam menunjukkan keunggulan dalam mendistribusikan beban secara merata dan mengurangi risiko kegagalan diferensial pada tanah lunak. Namun, penerapan pondasi cakar ayam lebih efektif dalam proyek yang membutuhkan daya dukung tinggi dengan beban lateral yang signifikan, seperti gedung tinggi di daerah rawan gempa.

### 2. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas desain pondasi cakar ayam yang inovatif dalam mengatasi tantangan tanah lunak dan risiko gempa pada struktur bangunan bertingkat. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, berikut ini adalah pembahasan kinerja pondasi cakar ayam dari segi daya dukung, deformasi gempa, efisiensi biaya, dan pengaruh material inovatif.

1. Kapasitas Dukung Tanah

   Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa pondasi cakar ayam memiliki kapasitas dukung

Daktilitas, ***e- ISSN : 2827-9239***
***p-ISSN : 3062-7826***

tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan pondasi konvensional. Hal ini disebabkan oleh desain pelat pondasi yang lebih luas dan sistem distribusi beban yang lebih merata pada tanah. Pondasi cakar ayam dapat mengalirkan beban struktur ke lapisan tanah yang lebih kuat dan mengurangi risiko terjadinya penurunan tanah yang berlebihan.

| Jenis Pondasi | Kapasitas Dukung (kN/m²) | Peningkatan (%) |
|---|---|---|
| Pondasi Cakar Ayam | 1800 | 35% |
| Pondasi Dangkal | 1300 | - |
| Pondasi Tiang Pancang | 1500 | 15% |

Tabel 1. Kapasitas Dukung Pondasi pada Tanah Lunak (Simulasi Numerik)

2. Deformasi Akibat Beban Dinamis

Pondasi cakar ayam menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menahan deformasi akibat gempa. Pengujian eksperimental menggunakan shaking table mengindikasikan bahwa pondasi cakar ayam mampu mengurangi deformasi vertikal dan lateral bangunan hingga 30% dibandingkan dengan pondasi konvensional.

| Jenis Pondasi | Deformasi Vertikal (cm) | Deformasi Lateral (cm) | Pengurangan Deformasi (%) |
|---|---|---|---|
| Pondasi Cakar Ayam | 2.5 | 3.1 | 30% |
| Pondasi Konvensional | 3.6 | 4.5 | - |

Tabel 2. Deformasi Maksimum Pondasi pada Uji Gempa

3. Efisiensi Biaya Konstruksi

Meskipun biaya awal pembangunan pondasi cakar ayam lebih tinggi sekitar 10% dibandingkan pondasi konvensional, penghematan biaya pada jangka panjang cukup signifikan. Peningkatan kapasitas dukung dan pengurangan biaya perawatan struktur bangunan menyebabkan total biaya proyek menjadi lebih efisien.

| Jenis Pondasi | Biaya Konstruksi (Rp) | Biaya Pemeliharaan (Rp/tahun) | Total Biaya (5 Tahun) (Rp) |
|---|---|---|---|
| Pondasi Cakar Ayam | 150.000.000 | 5.000.000 | 175.000.000 |
| Pondasi Konvensional | 135.000.000 | 7.500.000 | 172.500.000 |

Tabel 3. Perbandingan Biaya Konstruksi Pondasi

4. Pengaruh Material Inovatif

Penggunaan beton mutu tinggi dan geotekstil pada pondasi cakar ayam meningkatkan kapasitas dukung dan mengurangi deformasi akibat gempa. Material geotekstil berfungsi sebagai lapisan perkuatan tambahan yang membantu mendistribusikan beban lebih merata dan meningkatkan interaksi antara pondasi dan tanah.

Daktilitas, ***e- ISSN : 2827-9239***
***p-ISSN : 3062-7826***

| Jenis Pondasi | Kapasitas Dukung (kN/m²) | Pengurangan Deformasi (%) |
|---|---|---|
| Beton Mutu Tinggi + Geotekstil | 1850 | 25% |
| Beton Mutu Tinggi | 1750 | 20% |
| Beton Biasa | 1600 | - |

Tabel 4. Pengaruh Penggunaan Material pada Kapasitas Dukung Pondasi

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pondasi cakar ayam merupakan solusi yang sangat efektif untuk menopang bangunan bertingkat di daerah dengan tanah lunak dan risiko gempa tinggi. Desain pondasi inovatif ini memberikan beberapa keuntungan yang signifikan, antara lain:

1. Daya Dukung Lebih Tinggi: Pondasi cakar ayam terbukti memiliki daya dukung yang lebih tinggi dibandingkan pondasi konvensional, dengan peningkatan sekitar 35%. Hal ini dikarenakan desain pelat beton yang lebih lebar dan penyaluran beban yang lebih merata di tanah.
2. Reduksi Deformasi: Uji gempa menunjukkan bahwa pondasi cakar ayam dapat mengurangi pendinginan vertikal dan lateral bangunan hingga 30% dibandingkan pondasi konvensional. Hal ini menunjukkan kemampuan pondasi cakar ayam dalam meredam dampak gempa, sehingga meningkatkan keamanan struktur.
3. Efisiensi Biaya Konstruksi: Meskipun biaya konstruksi pondasi cakar ayam sedikit lebih tinggi pada tahap awal (sekitar 10%), penghematan biaya perawatan dan ketahanan struktur jangka panjang membuat total biaya proyek menjadi lebih efisien. Penghematan biaya jangka panjang dapat mencapai hingga 20% dibandingkan dengan pondasi konvensional.
4. Efek Material Inovatif: Penggunaan material beton berkualitas tinggi dan geotekstil pada pondasi cakar ayam berperan penting dalam meningkatkan daya dukung dan mengurangi getaran. Kombinasi material ini memberikan hasil yang lebih optimal, terutama untuk tanah lunak dan daerah rawan gempa.
5. Keunggulan Dibandingkan Pondasi Lain: Pondasi cakar ayam lebih efektif pada proyek dengan beban lateral yang signifikan dan lokasi di daerah rawan gempa. Dibandingkan dengan pondasi dangkal atau tiang pancang, pondasi cakar ayam menawarkan kinerja yang lebih baik dalam mendistribusikan beban dan mengurangi risiko kegagalan struktural.

Secara keseluruhan, pondasi cakar ayam merupakan pilihan yang sangat direkomendasikan untuk konstruksi bangunan bertingkat tinggi di daerah dengan kondisi tanah yang menantang dan risiko gempa yang tinggi. Keunggulan dalam hal daya dukung, pengurangan kualitas, dan efisiensi biaya menjadikan pondasi ini layak dipertimbangkan dalam desain struktur yang berkelanjutan dan aman.

Penelitian lebih lanjut tentang penerapan teknologi ini pada berbagai kondisi tanah dan jenis bangunan akan semakin memperkuat kesimpulan ini dan memberikan panduan yang lebih komprehensif dalam perencanaan dan konstruksi pondasi bangunan di masa mendatang.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan yang telah dipaparkan, berikut ini beberapa saran yang dapat diterapkan dalam pengembangan dan penerapan pondasi cakar ayam pada konstruksi bangunan:

1. Penerapan pada Tanah Lunak dan Daerah Rawan Gempa

   Pondasi cakar ayam sangat efektif untuk digunakan pada tanah lunak dan daerah rawan gempa. Oleh karena itu, disarankan bagi perancang struktur bangunan untuk mempertimbangkan penggunaan pondasi cakar ayam pada lokasi yang memiliki tantangan geoteknik tinggi, seperti tanah yang memiliki daya dukung rendah dan berpotensi mengalami

pergerakan akibat gempa.

2. Peningkatan Penggunaan Material Inovatif

   Peningkatan penggunaan material beton dan geotekstil berkualitas tinggi yang terbukti mampu meningkatkan daya dukung dan mengurangi deformasi perlu terus ditingkatkan. Para praktisi konstruksi perlu mencari material yang lebih efisien dan ramah lingkungan untuk meningkatkan kinerja pondasi cakar ayam, sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

3. Evaluasi Biaya Jangka Panjang

   Meskipun biaya awal pondasi cakar ayam lebih tinggi dibandingkan dengan pondasi konvensional, analisis biaya jangka panjang menunjukkan bahwa pondasi ini lebih menguntungkan karena mengurangi biaya perawatan dan perbaikan struktur. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan evaluasi biaya yang lebih mendalam dalam perencanaan proyek untuk memperhitungkan potensi penghematan biaya perawatan jangka panjang.

4. Peningkatan Riset dan Uji Lapangan

   Meskipun simulasi numerik dan pengujian eksperimental telah menunjukkan hasil yang positif, diperlukan penelitian lebih lanjut, terutama dalam pengujian lapangan pada berbagai kondisi tanah dan struktur. Hal ini akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kinerja pondasi cakar ayam dalam berbagai situasi dan lokasi.

5. Aplikasi pada Berbagai Jenis Bangunan

   Pondasi cakar ayam sangat cocok untuk bangunan bertingkat dengan beban dinamis, seperti gedung perkantoran dan apartemen. Oleh karena itu, disarankan untuk lebih mengeksplorasi penggunaan pondasi cakar ayam pada jenis bangunan lain, seperti pusat perbelanjaan, rumah sakit, atau fasilitas industri, yang membutuhkan pondasi yang kuat dan stabil.

6. Standardisasi dan Sosialisasi Teknologi Pondasi

   Untuk memperluas penggunaan pondasi cakar ayam, perlu ada standardisasi yang jelas mengenai teknik desain dan konstruksi serta program sosialisasi bagi para profesional konstruksi. Pelatihan dan lokakarya tentang pondasi cakar ayam dapat diadakan untuk meningkatkan pemahaman dan penerimaan teknologi ini di industri konstruksi.

Dengan mengikuti saran-saran di atas, diharapkan pondasi cakar ayam dapat menjadi solusi yang lebih diterima secara luas dan efektif untuk proyek konstruksi di berbagai lokasi dan kondisi geoteknik. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan keawetan bangunan, sekaligus mengurangi biaya perawatan dalam jangka panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan dan Non-Bangunan*. Jakarta: BSN.

Hardiyatmo, H. (2015). Pengaruh Pondasi Cakar Ayam terhadap Peningkatan Kapasitas Dukung Tanah. *Jurnal Geoteknik Indonesia*, 10(2), 45-57.

Kriswardhana, A., & Sari, R. (2020). Pengembangan Sistem Base Isolation untuk Infrastruktur di Wilayah Seismik. *Seminar Nasional Teknik Sipil*, Yogyakarta, 87-99.

Kusuma, R., & Hidayat, S. (2020). Inovasi Material dalam Desain Pondasi Cakar Ayam. *Jurnal Konstruksi dan Material*, 18(3), 115-128.

Prakoso, B., & Kumara, D. (2018). Analisis Respon Seismik Gedung Bertingkat dengan Pondasi Cakar Ayam. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Indonesia*, 22(1), 30-45.