UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Evaluasi Distribusi Regangan dan Luas Zona Pengaruh Pemancangan Tiang pada Tanah Pasir Menggunakan
Model 2D dan Analisis Citra PIV di Laboratorium**
Azza Ilham Romadhoni, Dr. Ir. Devi Oktaviana Latif, S. T., M. Eng., IPM, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRAK

Pemancangan fondasi tiang pada tanah pasir menyebabkan perubahan kondisi tanah berupa perpindahan partikel dan distribusi regangan yang memengaruhi luas zona pengaruh di sekitar tiang. Penelitian terdahulu umumnya berfokus pada deformasi tanah akibat beban lateral, gerusan, atau metode jacking, sedangkan kajian mengenai distribusi regangan dan perkembangan zona pengaruh akibat pemancangan dengan metode *drop hammer* pada berbagai kerapatan relatif masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pola pergerakan partikel, distribusi regangan, serta pengaruh kerapatan relatif terhadap perkembangan zona pengaruh akibat pemancangan fondasi tiang pada tanah pasir menggunakan analisis citra digital.

Penelitian dilakukan melalui pengujian model pemancangan skala laboratorium pada tanah pasir dengan variasi kerapatan relatif sebesar 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, dan 95%. Proses pemancangan direkam menggunakan kamera digital, kemudian citra dianalisis menggunakan algoritma GeoPIV-RG (*Geotechnical Particle Image Velocimetry*) untuk memperoleh pola *vectorial displacement*, perpindahan vertikal, perpindahan horizontal, serta distribusi regangan. Penentuan zona pengaruh dilakukan berdasarkan hasil ekstraksi perpindahan dan penerapan nilai ambang batas (*threshold*) pada data regangan untuk mengidentifikasi area deformasi yang signifikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola pergerakan partikel pada seluruh variasi kerapatan relatif memiliki karakteristik yang relatif seragam dan membentuk lima zona pergerakan, yaitu *compression zone*, *shear slide zone*, *transition zone*, *stress relaxation zone*, dan *uplift zone*. Jangkauan zona pengaruh vertikal, horizontal, dan distribusi regangan meningkat seiring bertambahnya kerapatan relatif hingga mencapai kondisi maksimum pada Dr 90%, kemudian menurun pada Dr 95%. Jangkauan vertikal maksimum mencapai 26,76 mm (2,68D), jangkauan horizontal mencapai 126,34 mm (12,63D), dan lebar zona regangan mencapai 47,65 mm (4,77D). Penurunan pada Dr 95% menunjukkan bahwa peningkatan interlocking antarbutir pada kondisi pasir sangat padat menyebabkan deformasi dan regangan cenderung terlokalisasi di sekitar tiang sehingga penyebaran zona pengaruh menjadi lebih terbatas. Dengan demikian, kerapatan relatif merupakan parameter yang berpengaruh terhadap pola deformasi dan distribusi regangan akibat proses pemancangan pada tanah pasir.

Kata kunci : Fondasi tiang pancang, GeoPIV-RG, distribusi regangan, kerapatan relatif.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Evaluasi Distribusi Regangan dan Luas Zona Pengaruh Pemancangan Tiang pada Tanah Pasir Menggunakan
Model 2D dan Analisis Citra PIV di Laboratorium**
Azza Ilham Romadhoni, Dr. Ir. Devi Oktaviana Latif, S. T., M. Eng., IPM, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Pile driving in sandy soil causes particle displacement and strain distribution, which determine the extent of the influence zone surrounding the pile. Previous studies have primarily focused on soil deformation caused by lateral loading, scour, or jacked pile installation, while studies investigating strain distribution and the development of the influence zone during drop hammer pile driving under different relative densities remain limited. Therefore, this study aims to evaluate the particle movement pattern, strain distribution, and the effect of relative density on the development of the influence zone induced by pile driving in sandy soil using digital image analysis.

The study was conducted through laboratory-scale model pile driving tests on sandy soil with relative densities of 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, and 95%. The pile installation process was recorded using a digital camera, and the captured images were analyzed using the Geotechnical Particle Image Velocimetry (GeoPIV-RG) algorithm to determine vectorial displacement, vertical displacement, horizontal displacement, and strain distribution. The influence zone was identified by extracting displacement data and applying a strain threshold to distinguish significant deformation from background noise.

The results show that the particle movement pattern was relatively consistent across all relative densities and formed five characteristic deformation zones, namely the compression zone, shear slide zone, transition zone, stress relaxation zone, and uplift zone. The vertical influence zone, horizontal influence zone, and strain distribution increased with increasing relative density and reached their maximum values at Dr = 90%, before decreasing at Dr = 95%. The maximum vertical influence zone was 26.76 mm (2.68D), the maximum horizontal influence zone was 126.34 mm (12.63D), and the maximum strain zone width was 47.65 mm (4.77D). The reduction observed at Dr = 95% indicates that stronger interlocking between soil particles in very dense sand promotes strain localization around the pile, thereby limiting the propagation of deformation into the surrounding soil mass. These findings demonstrate that relative density plays a significant role in controlling the deformation pattern and strain distribution induced by pile driving in sandy soil.

Keywords: *driven pile, GeoPIV-RG, strain distribution, relative density.*