

Analisis Pelaksanaan Metode Pre-Boring Terhadap Efektivitas Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang Beton Bulat Berongga Pada Proyek Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III

Pandya Fadil Munpitoro¹, Edison Hatoguan Manurung²

¹⁻²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular, Indonesia

e-mail: pandyafadil@gmail.com¹, edisonmanurung2010@yahoo.com²

Article Info

Article history:

Received June 20, 2026

Revised July 05, 2026

Accepted July 11, 2026

Keywords:

Pre-Boring, Spun Pile, Piling, PDA Test, Toll Road.

ABSTRACT

Spun pile foundation work is a vital stage in toll road construction, especially in locations with different soil conditions and hard soil layers. This condition can hinder the piling process, therefore a pre-boring method is needed as an initial effort to minimize soil resistance before piling begins. This research aims to assess how well the use of the pre-boring method for the smooth operation of spun pile piling on the Serang–Panimbang Toll Road Project Section III (Cileles–Panimbang) Phase 2 Package 2. The technique used in this research is descriptive with the field observation method through actual observations on site, documentation, and collection of project data including working drawings, bore logs, Foundation Piling Reports (PDR), and results from the Pile Driving Analyzer (PDA Test). The research findings indicate that the pre-boring method can reduce penetration disturbances in hard soil layers so that the entire piling process becomes much more efficient. Adjusting the use of drill bits according to the characteristics of the soil and determining the drilling depth based on bore log data also increases the efficiency of this work. Evaluation of data from the PDA Test showed that the foundation had a maximum bearing capacity (RMX) of 365 tons, significantly higher than the designed bearing capacity of 343,135 tons. The DMX value of 11 mm was within the required maximum limit. Based on the points obtained, the pre-boring method was deemed effective in facilitating the smooth driving of spun piles and creating a foundation that met technical standards.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article Info

Article history:

Received June 20, 2026

Revised July 05, 2026

Accepted July 11, 2026

Kata Kunci:

Pre-Boring, Spun Pile, Pemancangan, PDA Test, Jalan Tol.

ABSTRAK

Pekerjaan fondasi spun pile merupakan suatu tahap vital pada pembangunan jalan tol, terutama di lokasi dengan kondisi tanah yang berbeda serta memiliki lapisan tanah keras. Keadaan ini mampu menghambat proses pemancangan, maka dari itu dibutuhkan metode pre-boring sebagai upaya awal guna memperkecil hambatan tanah sebelum pemancangan dimulai. Riset ini bertujuan untuk menilai seberapa baik pemakaian metode pre-boring bagi kelancaran operasional pemancangan spun pile pada Proyek Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III (Cileles–Panimbang) Fase 2 Paket 2. Teknik yang dipakai dalam riset ini adalah deskriptif dengan metode observasi lapangan lewat pengamatan nyata di lokasi, dokumentasi, serta pengumpulan data proyek meliputi gambar kerja, bore log, Laporan Pemancangan Pondasi (PDR), dan hasil dari Pile Driving Analyzer (PDA Test). Temuan riset mengisyaratkan bahwa metode pre-boring bisa menurunkan gangguan penetrasi pada lapisan tanah keras sehingga seluruh proses pemancangan menjadi jauh lebih efisien. Penyesuaian pemakaian mata bor sesuai dengan sifat karakteristik tanah serta penetapan kedalaman pengeboran menurut data bore log turut meningkatkan efisiensi pekerjaan ini. Evaluasi data dari PDA Test

memperlihatkan bahwa fondasi memiliki daya dukung maksimum (RMX) sebesar 365 ton, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan daya dukung rencana sebesar 343,135 ton, serta nilai DMX sebesar 11 mm yang masih dalam batas maksimum yang disyaratkan. Berdasarkan poin yang didapat, metode pre-boring dianggap manjur dalam membantu kelancaran pemancangan spun pile serta membentuk fondasi yang memenuhi standar teknis.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Pandya Fadil Munpitoro
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular, Indonesia
e-mail: pandyafadil@gmail.com¹

PENDAHULUAN

Pengembangan infrastruktur jalan tol menjadi sebuah langkah pemerintah dalam memperkuat konektivitas antarwilayah, mempermudah distribusi barang dan jasa, serta memicu pertumbuhan ekonomi nasional. Dalam praktiknya, konstruksi jalan tol kerap menemui kondisi tanah yang berbeda, termasuk tanah lunak dengan daya dukung rendah yang menuntut sistem pondasi khusus agar struktur bisa bekerja secara aman dan stabil. Maka dari itu, pemilihan metode pelaksanaan pondasi jadi satu aspek krusial yang menentukan keberhasilan proyek dari sisi mutu, waktu, dan keselamatan kerja.¹

Salah satu jenis pondasi yang sering dipakai pada proyek jalan tol adalah tiang pancang beton bulat berongga (spun pile). Pondasi ini mempunyai kapasitas dukung yang besar, mutu yang terjaga karena dihasilkan di pabrik, serta bisa menyalurkan beban struktur menuju lapisan tanah keras. Walaupun begitu, proses pemancangan spun pile tidak selalu dapat dikerjakan secara langsung, khususnya pada area yang memiliki lapisan tanah keras di dekat permukaan, tanah padat, atau lapisan batuan yang bisa merintang penetrasi tiang pancang. Kondisi tersebut berisiko menambah hambatan pemancangan, mengurangi produktivitas alat, bahkan memicu kerusakan pada tiang pancang apabila tidak ditangani dengan metode yang tepat.²

Salah satu cara untuk menangani masalah ini adalah dengan melakukan pre-boring, yaitu pengeboran awal sebelum memulai tahap pemancangan. Teknik ini bertujuan untuk mengurangi hambatan tanah di kedalaman tertentu sehingga tiang pancang dapat dipasang dengan lebih mudah sesuai lokasi dan kedalaman yang diinginkan. Dengan menggunakan pre-boring, proses pemancangan menjadi lebih lancar, risiko kerusakan tiang dapat ditekan, ketegakan tiang pancang dapat dijaga, dan pelaksanaan pekerjaan di lapangan dapat lebih efisien. Walaupun metode pre-boring sudah sering digunakan pada bermacam proyek konstruksi, sebagian besar riset terdahulu lebih fokus mengulas kapasitas daya dukung pondasi, perilaku struktur pondasi, atau analisis geoteknik sesudah pemancangan. Kajian yang secara khusus menyoroti efektivitas pemakaian metode pre-boring terhadap pelaksanaan pekerjaan pemancangan berdasarkan kondisi nyata di lapangan masih tergolong jarang. Padahal, evaluasi mengenai tahapan pelaksanaan, penggunaan peralatan, hambatan yang dialami, serta solusi selama proses konstruksi merupakan informasi yang krusial sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan metode pelaksanaan pada proyek serupa.³

¹ Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 tentang Jalan.

² Das, B. M., & Sivakugan, N. *Principles of Foundation Engineering*. Cengage Learning, 2017.

³ Das, B. M., & Sivakugan, N. (2017).



Penelitian ini dilakukan pada Proyek Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III dengan menggunakan pendekatan studi kasus berdasarkan hasil observasi lapangan, dokumentasi proyek, serta wawancara dengan pelaksana pekerjaan. Analisis difokuskan pada tahapan pelaksanaan metode pre-boring, proses pemancangan tiang pancang beton bulat berongga, penggunaan peralatan, kendala yang terjadi selama pelaksanaan, serta efektivitas penerapan metode tersebut dalam mendukung kelancaran pekerjaan pemancangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai penerapan metode pre-boring pada pekerjaan pondasi tiang pancang di proyek jalan tol serta menjadi referensi bagi praktisi maupun peneliti dalam memilih metode pelaksanaan yang sesuai dengan kondisi lapangan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode studi kasus lapangan (*field case study*) pada pekerjaan pre-boring dan pemancangan tiang pancang beton bulat berongga (spun pile) di Proyek Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III (Cileles–Panimbang) Fase 2 Paket 2, Provinsi Banten. Penelitian dilakukan melalui pengamatan langsung selama pelaksanaan pekerjaan untuk mengevaluasi penerapan metode pre-boring terhadap efektivitas proses pemancangan tiang pancang.

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan terhadap tahapan pelaksanaan pekerjaan, dokumentasi selama proses konstruksi, serta wawancara dengan Site Engineer, Site Supervisor, Quality Control, dan operator alat berat yang terlibat dalam pekerjaan pre-boring dan pemancangan. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen proyek yang meliputi shop drawing, metode pelaksanaan (method statement), spesifikasi teknis, laporan harian pekerjaan, data peralatan, serta literatur dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode pre-boring dan pekerjaan pondasi tiang pancang.

Analisis dilakukan secara deskriptif dengan mengevaluasi tahapan pelaksanaan pekerjaan mulai dari persiapan, pekerjaan pre-boring, pemasangan tiang pancang, hingga proses pemancangan. Selain itu, dilakukan identifikasi terhadap penggunaan peralatan utama, kendala yang terjadi selama pelaksanaan pekerjaan, serta solusi yang diterapkan oleh kontraktor untuk menjaga kelancaran pekerjaan di lapangan. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan teori, standar teknis, dan penelitian terdahulu sehingga diperoleh evaluasi mengenai efektivitas penerapan metode pre-boring pada pekerjaan pemancangan tiang pancang beton bulat berongga. Instrumen penelitian meliputi observasi lapangan, dokumentasi, wawancara, serta analisis dokumen proyek. Indikator efektivitas yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kemudahan proses pemancangan, kelancaran pelaksanaan pekerjaan, ketepatan posisi tiang pancang, pengurangan hambatan selama pemancangan, dan upaya mitigasi terhadap risiko kerusakan tiang pancang selama proses konstruksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Pelaksanaan Metode Pre-Boring

Pelaksanaan metode pre-boring pada pekerjaan pondasi spun pile di Proyek Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III dilakukan sebagai pekerjaan pendahuluan sebelum proses pemancangan. Berdasarkan hasil observasi lapangan, metode ini diterapkan untuk mengurangi tahanan tanah pada lapisan keras sehingga proses penetrasi tiang menjadi lebih mudah. Penentuan titik pengeboran diawali menggunakan total station berdasarkan koordinat shop drawing, kemudian pengeboran dilakukan hingga kedalaman yang telah ditentukan berdasarkan data bore log.⁴

⁴ Bore Log Proyek Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III, PT Grant Surya Multi Sarana, 2026.

Selama pelaksanaan pekerjaan, operator menggunakan dua jenis mata bor, yaitu bucket dan auger, yang dipilih sesuai karakteristik tanah. Mata bor bucket digunakan pada tanah kohesif seperti lempung dan lanau karena mampu mengangkat material galian dengan lebih baik, sedangkan mata bor auger digunakan pada tanah nonkohesif seperti pasir dan kerikil agar proses penetrasi berlangsung lebih cepat. Pergantian jenis mata bor sesuai kondisi lapangan terbukti meningkatkan efisiensi proses pengeboran dan mengurangi hambatan selama pekerjaan berlangsung.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kedalaman pre-boring tidak selalu sama pada setiap titik. Pada lokasi yang memiliki lapisan tanah keras (hard lens), kedalaman pengeboran ditambah dari rencana awal sekitar 16 m menjadi 18 m agar proses pemancangan tidak mengalami hambatan. Penyesuaian tersebut dilakukan berdasarkan evaluasi kondisi tanah aktual di lapangan sehingga pekerjaan tetap dapat dilaksanakan secara efektif.

Analisis Kendala Pelaksanaan Pre-Boring

Selama pelaksanaan pre-boring ditemukan beberapa kendala yang memengaruhi produktivitas pekerjaan. Salah satu kendala utama adalah variasi karakteristik tanah pada setiap titik pengeboran. Pada lokasi dengan tanah berpasir dan muka air tanah tinggi, proses pengeboran berlangsung relatif lebih mudah. Sebaliknya, pada lokasi yang didominasi tanah lempung dengan kandungan air rendah, material hasil pengeboran cenderung menggumpal sehingga menyulitkan proses pengangkatan menggunakan kelly bar.

Selain itu, pada beberapa titik terjadi longsor dinding lubang bor yang menyebabkan tanah kembali menutup lubang hasil pengeboran. Kondisi tersebut mengakibatkan area kerja mengalami ambles sehingga kestabilan alat bor dapat terganggu. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, kontraktor menyiapkan excavator sebagai alat pendukung untuk meratakan kembali area yang mengalami ambles serta memindahkan material hasil pengeboran agar tidak mengganggu distribusi spun pile menuju titik pemancangan.⁵

Upaya tersebut terbukti mampu menjaga kelancaran pekerjaan sehingga proses pre-boring dapat terus dilaksanakan meskipun kondisi tanah di lokasi penelitian memiliki karakteristik yang bervariasi.

Analisis Pelaksanaan Pemancangan Spun Pile

Setelah pekerjaan pre-boring selesai, proses pemancangan dilakukan menggunakan diesel hammer dengan kombinasi tiang bottom, middle, dan upper sesuai kedalaman rencana. Berdasarkan hasil pengamatan, keberadaan lubang pre-boring memberikan pengaruh positif terhadap proses pemasangan tiang, terutama pada tahap awal penetrasi. Tiang bottom dapat masuk ke dalam tanah dengan lebih mudah karena sebagian tahanan tanah telah dikurangi melalui pekerjaan⁶ pengeboran pendahuluan.

Proses penyambungan antarsegmen spun pile dilakukan menggunakan pengelasan penuh, kemudian diperiksa melalui uji penetran untuk memastikan tidak terdapat cacat pada sambungan las. Setelah dinyatakan memenuhi persyaratan, sambungan dilapisi cat zinc chromate sebagai perlindungan terhadap korosi sebelum proses pemancangan dilanjutkan hingga mencapai elevasi rencana. Berdasarkan evaluasi terhadap beberapa Pile Driving Report (PDR), rata-rata penyelesaian satu titik pemancangan memerlukan sekitar 1.000 pukulan dengan waktu pelaksanaan sekitar 3 jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode pre-boring mampu mendukung kelancaran proses pemancangan tanpa menimbulkan hambatan yang berarti pada pekerjaan pondasi.⁷

⁵ Data Observasi Lapangan Penulis, 2026.

⁶ Surat Edaran Menteri PUPR Nomor 31/SE/M/2015 tentang Pedoman Pemilihan Alat Pemancang Tiang Fondasi Jembatan.

⁷ Pile Driving Report (PDR) Proyek Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III, 2026.

Analisis Hasil PDA Test

Evaluasi kualitas hasil pemancangan dilakukan menggunakan Pile Driving Analyzer (PDA Test). Berdasarkan hasil pengujian pada salah satu titik pengujian, diperoleh nilai RMX sebesar 365 ton, lebih besar dibandingkan daya dukung rencana sebesar 343,135 ton. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kapasitas dukung pondasi telah memenuhi persyaratan desain.⁸

Selain itu, nilai DMX sebesar 11 mm masih berada di bawah batas maksimum 20 mm, sehingga penurunan akhir tiang masih memenuhi ketentuan teknis. Nilai BTA juga menunjukkan bahwa kondisi tiang tetap utuh setelah proses pemancangan, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode pre-boring tidak menurunkan kualitas struktur pondasi.

Hasil pengujian PDA tersebut memperlihatkan bahwa kombinasi pekerjaan pre-boring dan pemancangan mampu menghasilkan pondasi dengan kapasitas dukung yang memenuhi persyaratan perencanaan serta memberikan tingkat keandalan yang baik terhadap beban struktur di atasnya.⁹

Pembahasan Efektivitas Metode Pre-Boring

Berdasarkan hasil observasi dan evaluasi lapangan, metode pre-boring terbukti memberikan kontribusi positif terhadap kelancaran pelaksanaan pemancangan spun pile. Pengurangan tahanan tanah melalui pengeboran pendahuluan mampu mempercepat penetrasi awal tiang, mengurangi risiko kerusakan pada peralatan maupun elemen spun pile, serta membantu menjaga ketepatan posisi dan vertikalitas tiang selama proses pemancangan berlangsung.¹⁰

Meskipun demikian, efektivitas metode ini sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah pada lokasi pekerjaan. Variasi jenis tanah menyebabkan kedalaman pengeboran dan pemilihan jenis mata bor harus disesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan. Oleh karena itu, koordinasi antara tim survei, operator alat pre-boring, operator crane, dan operator diesel hammer menjadi faktor penting dalam menjaga produktivitas dan kualitas pekerjaan pondasi.

Secara keseluruhan, penerapan metode pre-boring pada proyek ini terbukti efektif dalam mendukung pelaksanaan pemancangan spun pile, yang ditunjukkan oleh kelancaran proses pemancangan, keberhasilan pencapaian daya dukung hasil PDA Test, serta terpenuhinya persyaratan teknis selama pelaksanaan pekerjaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan analisis pelaksanaan pekerjaan pondasi spun pile pada Proyek Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode pre-boring memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kelancaran proses pemancangan. Pengeboran pendahuluan mampu mengurangi hambatan penetrasi pada lapisan tanah keras sehingga proses pemasukan tiang menjadi lebih mudah dan risiko kerusakan pada tiang maupun peralatan dapat diminimalkan. Pelaksanaan pre-boring juga memerlukan penyesuaian terhadap kondisi tanah di lapangan. Penggunaan mata bor tipe auger pada tanah nonkohesif dan bucket pada tanah kohesif terbukti meningkatkan efektivitas proses pengeboran. Selain itu, kedalaman pre-boring yang disesuaikan dengan data bor log mampu membantu proses pemancangan ketika dijumpai lapisan tanah keras (hard lens) yang menghambat penetrasi tiang.

Hasil evaluasi menggunakan Pile Driving Analyzer (PDA) Test menunjukkan bahwa daya dukung tiang yang diperoleh telah memenuhi persyaratan desain, dengan nilai RMX sebesar

⁸ Laporan PDA Test Proyek Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III, 2026.

⁹ Data Hasil PDA Test Proyek Jalan Tol Serang–Panimbang Seksi III, PT Grant Surya Multi Sarana, 2026.

¹⁰ Das, B. M., & Sivakugan, N. *Principles of Foundation Engineering*. Cengage Learning, 2017.

365 ton, lebih besar dibandingkan daya dukung rencana sebesar 343,135 ton. Nilai DMX sebesar 11 mm juga masih berada di bawah batas maksimum yang dipersyaratkan, sehingga kualitas hasil pemancangan dinilai memenuhi kriteria teknis.

Secara keseluruhan, metode pre-boring terbukti menjadi metode yang efektif dalam mendukung pelaksanaan pemancangan spun pile pada lokasi penelitian karena mampu meningkatkan kemudahan penetrasi tiang, menjaga kualitas hasil pemancangan, serta membantu menjaga kestabilan proses konstruksi pada kondisi tanah yang memiliki karakteristik bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik. Badan Standardisasi Nasional.
- Das, B. M., & Sivakugan, N. (2017). *Fundamentals of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). Surat Edaran Menteri PUPR Nomor 31/SE/M/2015 tentang Pedoman Pemilihan Alat Pemancang Tiang Fondasi Jembatan.
- Manurung, E. H. (2021). Pelaksanaan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3) pada proyek konstruksi. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*.
- Hutama Karya - Brantas - Jaya Konstruksi - Yasa. (2024). Pekerjaan Pembangunan Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi III (Cileles-Panimbang) Fase 2 Paket 2.
- PT Grant Surya Multi Sarana. (2026). *Method Statement Pekerjaan Pondasi Spun Pile Proyek Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi III Fase 2 Paket 2*. Dokumen Internal.
- PT Grant Surya Multi Sarana. (2026). *Bore Log Proyek Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi III Fase 2 Paket 2*. Dokumen Internal.
- PT Grant Surya Multi Sarana. (2026). *Pile Driving Report (PDR) Proyek Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi III Fase 2 Paket 2*. Dokumen Internal.
- PT Grant Surya Multi Sarana. (2026). *Pile Driving Analyzer (PDA Test Report) Proyek Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi III Fase 2 Paket 2*. Dokumen Internal.
- ASTM International. (2026). *ASTM D4945-26: Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundations*. ASTM International.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 tentang Jalan