

Analisis Pemilihan Pondasi Bore Pile pada Proyek Jalan Tol Solo - Yogyakarta Berdasarkan Beban Struktur dan Kondisi Tanah

Hendrikus Reynaldi Anthony Suka¹, Ridayati²

^{1,2} Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : ridayati@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan jalan tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo bertujuan untuk meningkatkan konektivitas dan aksesibilitas antara Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk memahami perencanaan konstruksi, dengan fokus utama pada jenis pondasi yang digunakan, yaitu pondasi bore pile. Pondasi bore pile dipilih sebagai solusi optimal untuk proyek ini, mengingat karakteristik tanah yang dilewati, termasuk area yang berdekatan dengan aliran sungai dengan arus deras. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dan observasi langsung pada proyek pembangunan tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan bore pile mendukung keberlanjutan konstruksi dan efektivitas operasional proyek jalan tol ini, khususnya dalam menghadapi tantangan beban berat dan kondisi tanah yang bervariasi. Jumlah *bore pile* yang digunakan pada proyek Pembangunan Tol Solo - Jogja sebanyak 192 tiang dengan 2 abutmen : 24 x 2, 3 Pir : 48 x 3.

Kata kunci: jalan tol, bore pile, pondasi, konstruksi

ABSTRACT

The construction of the Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo toll road aims to improve connectivity and accessibility between Central Java Province and the Special Region of Yogyakarta. This study seeks to understand the construction planning, with a primary focus on the type of foundation used, namely the bore pile foundation. Bore pile foundations were selected as an optimal solution for this project, considering the soil characteristics along the route, including areas near fast-flowing river currents. The research method used is a literature review and direct observation of the Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo toll road project. The results show that the use of bore piles supports the sustainability of construction and operational effectiveness of the toll road project, particularly in addressing heavy load challenges and varied soil conditions. The project utilized a total of 192 bore piles, with 2 abutments: 24 x 2, and 3 piers: 48 x 3.

Keyword : toll road, bore pile, foundation, construction

PENDAHULUAN

Ketahanan Konstruksi infrastruktur jalan tol di Indonesia merupakan bagian penting dalam mendukung perkembangan ekonomi nasional. Jalan tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo yang saat ini sedang dibangun memiliki tujuan utama untuk meningkatkan aksesibilitas dan konektivitas antara wilayah Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Pembangunan jalan tol ini diharapkan dapat mengurangi waktu tempuh, meningkatkan efisiensi transportasi, dan menunjang kegiatan ekonomi antara kedua provinsi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memahami perencanaan konstruksi, dengan fokus utama pada jenis pondasi yang digunakan, yaitu pondasi bore pile. Pemilihan pondasi ini didasarkan pada kondisi tanah dan kebutuhan struktural proyek, yang keduanya menjadi aspek esensial dalam proyek konstruksi besar seperti jalan tol [1].

Infrastruktur jalan tol memiliki peran penting dalam konektivitas regional maupun nasional, terutama di negara dengan luas daratan yang besar seperti Indonesia. Infrastruktur ini memungkinkan pertukaran barang dan jasa berlangsung lebih cepat dan efisien. Di negara-negara berkembang, pembangunan infrastruktur jalan tol umumnya difokuskan pada daerah dengan aktivitas ekonomi tinggi untuk mempercepat pengembangan wilayah dan memudahkan distribusi barang [2]. Di samping itu, jalan tol juga berfungsi untuk mengurangi beban transportasi pada jalan utama yang sering kali mengalami kepadatan lalu lintas. Penelitian menunjukkan

bahwa pembangunan jalan tol yang berorientasi pada kebutuhan ekonomi dan sosial dapat berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produktivitas nasional [3].

Pada konteks pembangunan jalan tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo, perencanaan pondasi sangat penting mengingat jalan ini melintasi area yang memiliki karakteristik tanah yang bervariasi. Penggunaan pondasi bore pile dipilih sebagai solusi optimal dalam proyek ini karena sifatnya yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap kondisi tanah yang beragam. Pondasi bore pile memiliki keunggulan dalam mendistribusikan beban yang bekerja pada struktur atas ke lapisan tanah yang lebih dalam dan kuat, sehingga meningkatkan stabilitas jalan [4].

Bore pile adalah jenis pondasi dalam yang dibuat dengan cara pengeboran tanah, pemasangan besi tulangan, dan kemudian pengecoran beton di dalam lubang bor. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, bore pile dapat menahan beban yang lebih besar dan lebih stabil dibandingkan dengan pondasi dangkal, khususnya pada konstruksi di area dengan beban dinamis tinggi seperti jalan tol. Pondasi ini juga memiliki dampak minimal terhadap lingkungan sekitar, karena tidak memerlukan pemindahan tanah dalam jumlah besar, yang berbeda dari metode tiang pancang yang lebih invasif [5].

Selain stabilitas struktur, aspek lain yang perlu dipertimbangkan adalah pengaruh pondasi terhadap lingkungan sekitar, terutama dalam proyek yang berada di dekat area pemukiman. Penggunaan bore pile lebih menguntungkan karena metode ini menghasilkan getaran dan suara yang lebih rendah dibandingkan metode tiang pancang. Dalam beberapa studi, diketahui bahwa getaran yang rendah pada saat pengeboran mengurangi risiko kerusakan pada bangunan di sekitar lokasi proyek serta mengurangi dampak gangguan terhadap kehidupan masyarakat [6][7]. Dalam kasus lain, penggunaan bore pile terbukti mampu meminimalisir dampak erosi pada area dengan kontur tanah yang miring atau lemah [5].

Penelitian ini juga mendalami keunggulan bore pile dalam hal efisiensi waktu dan biaya. Metode bore pile relatif lebih cepat dipasang dibandingkan dengan metode lain karena peralatan dapat dipindahkan dengan mudah dari satu lokasi ke lokasi lain, terutama dalam kondisi proyek yang panjang seperti jalan tol [8]. Hasil studi [9] menunjukkan bahwa bore pile dapat mengurangi waktu pelaksanaan konstruksi hingga 20% dibandingkan dengan pondasi jenis tiang pancang. Selain itu, bore pile dapat dikustomisasi dalam hal kedalaman dan diameter, sehingga biaya konstruksi dapat disesuaikan dengan kebutuhan beban struktural pada setiap bagian proyek [5].

Pada proyek ini, penggunaan pondasi bore pile menjadi pilihan yang ideal untuk menyesuaikan konstruksi dengan variasi kondisi geoteknik di sepanjang jalur jalan tol. Berdasarkan data yang diambil dari beberapa studi sebelumnya, bore pile dapat diaplikasikan pada berbagai jenis tanah, mulai dari tanah liat, pasir, hingga lapisan tanah dengan batuan kecil atau boulder [10]. Dalam proyek jalan tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo, bore pile diterapkan dengan kedalaman rata-rata 21 meter dan diameter sekitar 1 meter di area yang memiliki lapisan tanah keras pada kedalaman tertentu.

Berdasarkan berbagai kajian di atas, pondasi bore pile menawarkan solusi konstruksi yang unggul baik dari aspek kekuatan, stabilitas, maupun dampak lingkungan. Hal ini juga sejalan dengan studi lain yang menunjukkan bahwa penggunaan bore pile dapat mengoptimalkan perencanaan konstruksi dengan mempertimbangkan berbagai kondisi tanah dan lingkungan sekitar [10]. Pondasi ini sangat cocok untuk proyek jalan tol yang melintasi berbagai wilayah dengan karakteristik tanah yang berbeda-beda.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan melalui studi literatur dan observasi langsung pada proyek pembangunan tol, khususnya pada segmen dengan pondasi bore pile. Data teknis bore pile, seperti jumlah, kedalaman, diameter, serta bahan dan metode konstruksi, dicatat untuk menganalisis karakteristik dan manfaat dari penggunaan pondasi jenis ini.

HASIL DAN ANALISIS

Pada proyek pembangunan jalan tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo, penggunaan pondasi bore pile memiliki beberapa alasan teknis yang kuat, terutama terkait beban struktural yang besar serta kondisi tanah yang kurang stabil. Pondasi bore pile dipilih karena jembatan di sepanjang jalur tol ini memiliki bentang yang cukup besar, sehingga membutuhkan fondasi yang mampu menahan beban berat dari struktur di atasnya.

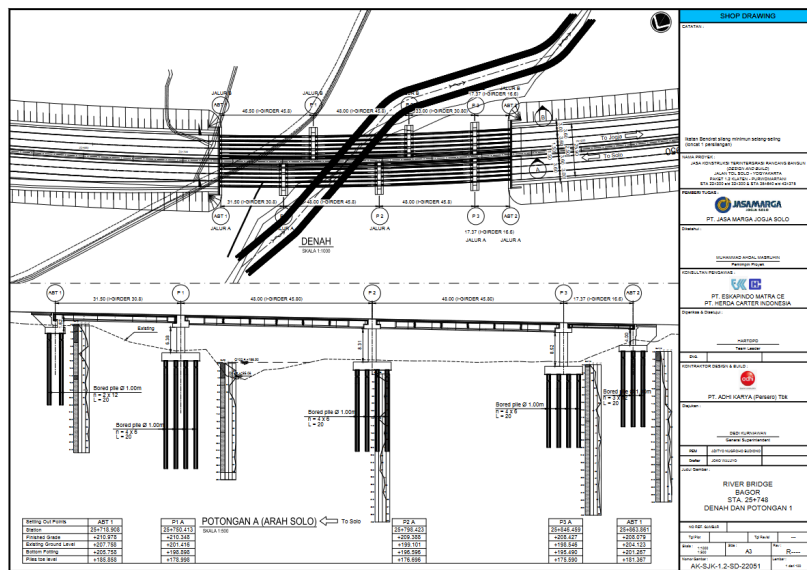
Jumlah *bore pile* yang digunakan pada proyek Pembangunan Tol Solo - Jogja sebanyak 192 tiang dengan 2 abutmen : 24 x 2, 3 Pir : 48 x 3. Berikut adalah data Teknik *bore pile*:

Jumlah <i>bore pile</i>	= 192 tiang (2 abutmen : 24 x 2, 3 Pir : 48 x 3)
Lokasi	= STA. 25+784
Kedalaman	= 21 m
Diameter	= 1 m

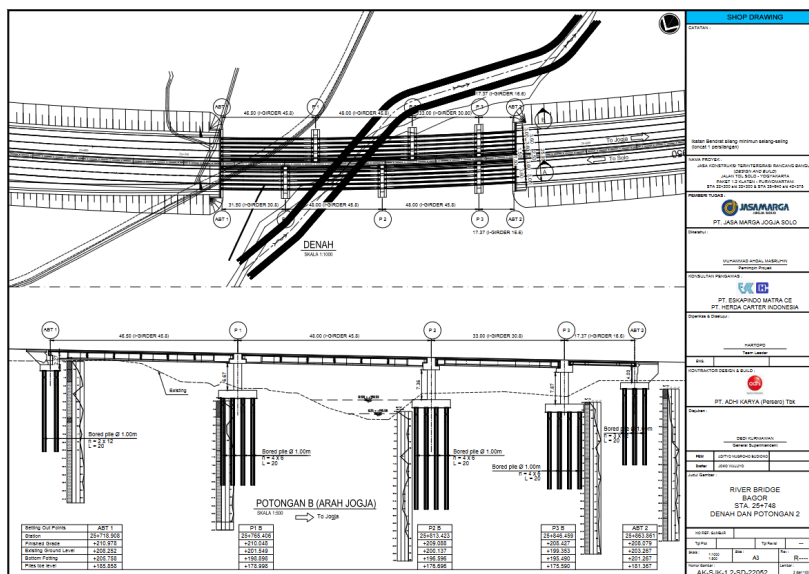


- Tulangan utama = 48D25
- Tulangan sengkang spiral = D16 – 75 D13 – 100 D13 200 D10 - 200
- Selimut beton = 75 mm
- Mutu beton f_c' = 30 Mpa
- Mutu baja f_y = 420 Mpa
- Jarak antar bore pile = 2,72 m

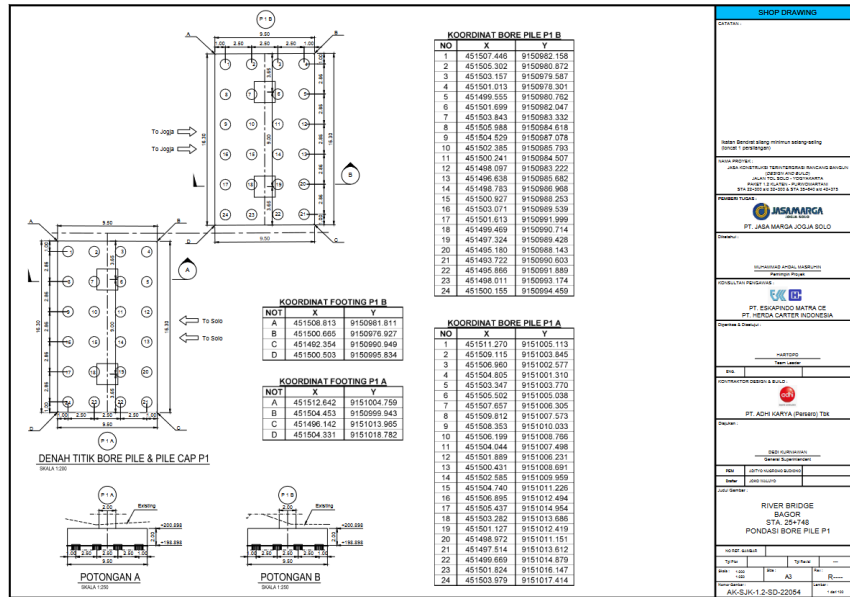
Langkah pekerjaan bore pile melibatkan serangkaian tahapan kritis yang harus dilalui untuk mencapai hasil yang optimal. Pada awalnya, penentuan desain bore pile yang sesuai dengan karakteristik tanah menjadi langkah kunci dalam menjamin keberhasilan konstruksi. Pelaksanaan pemboran, pengecoran, dan pemasangan besi tulangan adalah tahapan berikutnya yang membutuhkan koordinasi yang baik untuk mencapai integritas struktural yang diinginkan. Keseluruhan langkah-langkah ini, jika dilaksanakan dengan seksama, akan menjamin kualitas dan keberlanjutan proyek bore pile secara efektif. Ukuran bore pile pada proyek Solo – Jogja sudah ditentukan berdasarkan perhitungan struktur yang telah direncanakan. Lokasi Layout Pekerjaan Bore Pile hingga Ilustrasi Pengeboran Bore Pile tertuang pada gambar 1 sd Gambar 5.



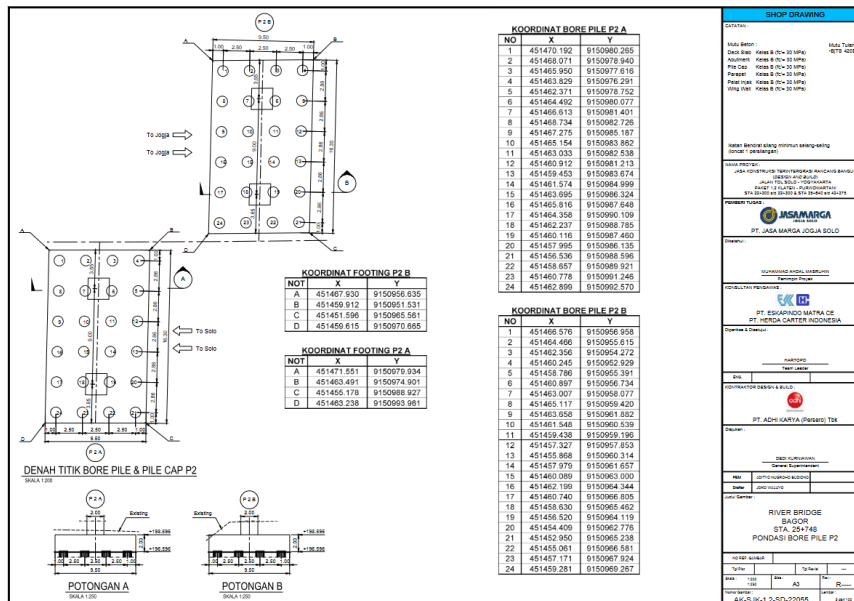
Gambar 1 potongan A (arah Solo)



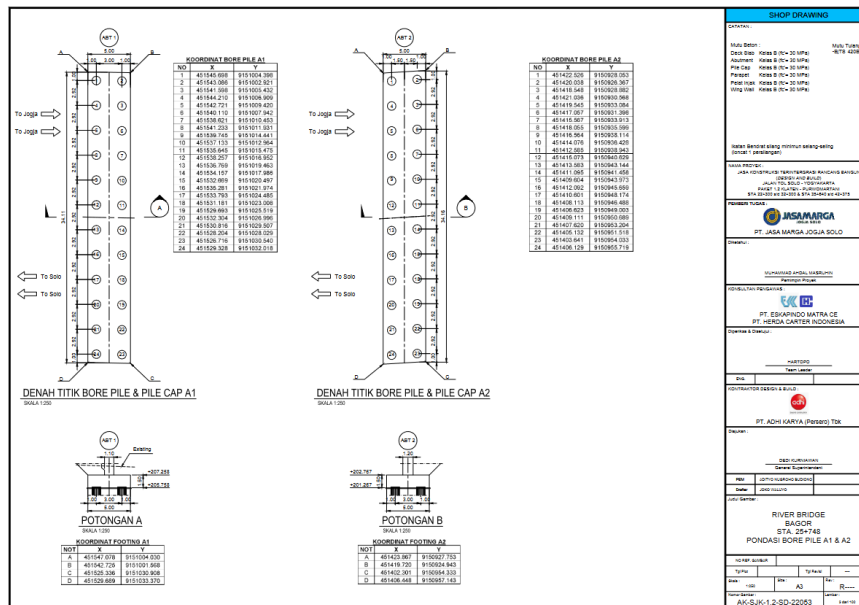
Gambar 2 potongan B (arah Jogja)



Gambar 3 Denah titik Bore pila & Pile Cap P1



Gambar 4 Denah titik Bore pila & Pile Cap P2



Gambar 5 Denah titik Bore pila & Pile Cap A1 & A2

Pada pelaksanaan pengeboran *bore pile*, metode yang digunakan yaitu metode *casing*. Metode ini digunakan karena lubang bor mudah longsor sehingga diperlukan selubung baja (*casing*) untuk menahan risiko longsor tersebut. Langkah - langkah pelaksanaan pengeboran pada daerah ini adalah sebagai berikut:

1. Setting alat bor serta penentuan penggunaan mata bor sesuai dengan kondisi tanah pada titik pengeboran yang telah ditandai oleh tim survey.
2. Melakukan pengeboran hingga kedalaman 6 meter.
3. Pasang *casing* sampai kedalaman 6 meter, pemasangan dibantu dengan menggunakan *bore machine*.

Setelah menentukan desain tulangan yang sesuai dengan beban yang akan ditopang yang meliputi dimensi dan jenis tulangan serta jumlah dan ukuran tulangan yang akan digunakan. Jenis tulangan yang digunakan yaitu, tulangan D16 – 75, D13 – 100, D13-200, D10 - 200 dengan diameter tulangan 85 cm. Perakitan tulangan fondasi adalah seagai berikut :

1. Pemotongan tulangan dan pembuatan spiral sesuai dengan desain, dengan menggunakan alat *bar cutter* dan *bar bender*.
2. Tulangan yang telah dipotong kemudian dilakukan perakitan dengan menggunakan cetakan atau mal dengan memperhatikan jenis, ukuran, dan jarak antar tulangan yang sesuai dengan desain.
3. Setelah perakitan kemudian pengikatan tulangan menggunakan kawat bendrat agar tulangan tetap kuat saat dimasukan kedalam lubang *bore pile*.

Pekerjaan pemasangan tulangan dilakukan setelah proses pengeboran selesai, kemudian dipasang pada lubang yang telah disiapkan. Proses pemasangan atau pengangkatan tulangan dibantu mengunakan *bore machine*. tulangan yang telah siap dipasang pada salah satu ujungnya di kaitkan pada pengikat *bore machine* kemudian diangkat dan diarahkan sesuai letak yang akan dipasang tulangan. Proses pemasangan tulangan harus diperhatikan agar tidak terjadi banyak gesekan atau singgungan antara tulangan dengan tepi - tepi lubang bor. Tulangan yang dimasukan pada lubang pengeboran tidak boleh menyentuh langsung pada tanah dasar lubang pengeboran, hal ini dimaksudkan agar tulangan sepenuhnya diselimuti oleh beton serta menghindari terjadinya korosi pada bagian paling bawah dasar tulangan akibat dari kontak langsung antara tulangan dengan lumpur pada bagian dasar lubang galian.

Tulangan yang telah dimasukan pada lubang galian kemudian dilakukan pemasangan gantungan pada ujung tulangan, pengelasan dilakukan pada dua sisi berlawanan, kemudian besi yang telah dilas pada tulangan dibengkokkan dan dikaitkan pada kedua sisi *casing*. Hal ini dilakukan agar tulangan yang telah dimasukan pada lubang galian tetap menggantung dan tidak menyentuh langsung tanah dasar lubang galian yang dapat menyebabkan korosi pada bagian bawah tulangan akibat genangan air maupun lumpur pada bagian tanah dasar galian.

Proses pengecoran *bore pile* menggunakan alat bantu pipa *tremi*, pipa *tremi* yang telah disiapkan kemudian disambung hingga mencapai panjang yang dikehendaki atau sesuai dengan kedalaman fondasi, pipa *tremi* yang telah dilakukan penyambungan dimasukkan ke dalam lubang galian. Apabila pipa *tremi* telah berada pada posisi yang tepat kemudian dilanjutkan dengan pemasangan corong beton, tahap selanjutnya setelah pemasangan pipa *tremi* terpasang sempurna adalah proses pengecoran. Pada proses ini truk *ready mixed* yang telah siap dapat menuangkan beton langsung ke corong pipa *tremi*. Adanya pipa *tremi* tersebut memungkinkan beton dapat disalurkan ke dasar lubang langsung serta tanpa mengalami pencampuran dengan air atau lumpur. Karena BJ beton lebih besar dari BJ lumpur maka beton semakin lama semakin kuat untuk mendesak lumpur naik ke atas. Proses pengecoran ini memerlukan *supply* beton, hal ini menghindari agar pipa *tremi* tidak tertanam di dalam coran akibat menunggu terlalu lama *supply* beton yang baru serta jika pipa *tremi* dicabut saat menunggu *supply* beton datang. Proses pengecoran dapat dikatakan selesai ketika yang keluar dari lubang bukan lagi lumpur dan air melainkan beton segar. Pipa *tremi* dapat dilepas setelah beton segar mulai keluar dari lubang galian dan proses pengeboran selesai. Panjang tiang *bore pile* yang dicor harus dilebihkan ke atas sedikit, karena bagian atas beton terbentuk oleh beton dengan kualitas buruk (tercampur dengan lumpur). Bagian beton ini nanti dipecah atau dipotong dan tulangnya akan di cor dengan plat penutup (*footing*)

KESIMPULAN

Jumlah *bore pile* yang digunakan pada proyek Pembangunan Tol Solo - Jogja sebanyak 192 tiang dengan 2 abutmen : 24 x 2, 3 Pir : 48 x 3. Penggunaan pondasi *bore pile* dipilih atas beberapa pertimbangan yaitu terkait beban struktural yang besar serta kondisi tanah yang kurang stabil. Selain itu, jembatan di sepanjang jalur tol ini memiliki bentang yang cukup besar, sehingga membutuhkan fondasi yang mampu menahan beban berat dari struktur di atasnya, yang melibatkan kondisi tanah, kebutuhan struktural, dan efisiensi konstruksi.

Secara keseluruhan, penggunaan pondasi *bore pile* dalam proyek ini terbukti efektif untuk menjawab kebutuhan struktur dan kondisi lapangan yang beragam. Metode ini mampu memberikan daya dukung yang cukup, terutama pada jembatan dengan bentang besar dan beban dinamis. Dengan kedalaman yang dapat disesuaikan sesuai dengan lapisan tanah keras, *bore pile* memberikan solusi optimal pada proyek jalan tol Solo - Yogyakarta - YIA Kulon Progo

UCAPAN TERIMAKASIH

Artikel ini tersusun atas dukungan berbagai pihak, ucapan terimakasih ditujukan kepada:

1. Lembaga Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat dan Inovasi Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
2. BPJT PU Yogyakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Harahap D et al. *Dampak infrastruktur jalan terhadap ekonomi regional*. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan. 2019.
- [2]. Putra Y et al. *Manfaat infrastruktur jalan tol di negara berkembang*. Jurnal Transportasi. 2018.
- [3]. Siregar T et al. *Pengaruh jalan tol terhadap produktivitas nasional*. Jurnal Ekonomi Terapan. 2022.
- [4]. Supriyadi B et al. *Analisis stabilitas bore pile pada proyek jalan tol*. Jurnal Teknik Konstruksi. 2020.
- [5]. Mulyani R, Nugroho A. *Perbandingan metode bore pile dan tiang pancang*. Jurnal Teknik Sipil. 2022.
- [6]. Fahmi M et al. *Analisis getaran dan suara pada metode bore pile*. Jurnal Konstruksi. 2018.
- [7]. Gunawan R, Pratama S. *Pengaruh bore pile terhadap lingkungan*. Jurnal Teknik Sipil. 2021.
- [8]. Iskandar R et al. *Efisiensi konstruksi bore pile pada jalan tol*. Jurnal Manajemen Konstruksi. 2023.
- [9]. Lestari S, Suyitno T. *Pemilihan pondasi bore pile pada proyek jalan tol*. Jurnal Struktur. 2017.
- [10]. Irawan A et al. *Efektivitas bore pile pada kondisi tanah bervariasi*. Jurnal Teknik Geoteknik. 2020.