

INTISARI

Pekerjaan fondasi *bore pile* merupakan salah satu kegiatan utama dalam proyek konstruksi jalan tol, sehingga produktivitasnya perlu mendapat perhatian yang baik agar pelaksanaan proyek dapat selesai sesuai dengan target waktu, biaya, dan mutu yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi produktivitas pekerjaan *bore pile* dengan memanfaatkan metode *machine learning* menggunakan *platform Orange*.

Data penelitian diperoleh melalui pengamatan langsung produktivitas alat berat pada pekerjaan *bore pile* di proyek Jalan Tol Solo–Yogyakarta–NYIA Kulon Progo Paket 2.1, yang dilakukan berdasarkan metode durasi siklus dan metode *work sampling* dengan mengukur waktu produktif, semi-produktif, dan tidak produktif untuk menghitung nilai produktivitas secara akurat. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas, seperti kondisi lingkungan, kondisi alat, kondisi cuaca, kondisi pekerja, dan metode pelaksanaan pekerjaan. Selanjutnya, data tersebut digunakan untuk mengembangkan model prediksi produktivitas dengan algoritma *machine learning* yang sesuai pada *platform Orange*.

Hasil penelitian ini mendapatkan nilai produktivitas pekerjaan *bore pile* berdasarkan metode durasi siklus menghasilkan nilai rata-rata sebesar 8,47 m/jam dengan produktivitas dasar (*baseline*) 9,32 m/jam, sedangkan metode *work sampling* menunjukkan proporsi waktu produktif sebesar 42%, semi-produktif 12%, dan tidak produktif 45%, dengan nilai EUR kumulatif sebesar 45%. Selain itu didapatkan faktor penghambat seperti faktor *idle* lingkungan (*environment*) memberikan korelasi sebesar $-0,453$, *idle* peralatan (*equipment*) sebesar $-0,421$, *idle* material sebesar $-0,246$, dan *idle* tenaga kerja (*labor*) sebesar $-0,211$, sementara *idle* manajemen memiliki pengaruh yang tidak signifikan dengan nilai korelasi $-0,026$. Model *Linear Regression* terpilih sebagai model prediksi terbaik dengan nilai $R^2 = 0,947$, RMSE = 0,199, dan MAE = 0,149, diikuti SVM dengan $R^2 = 0,941$ sebagai alternatif kompetitif. Penelitian ini mengintegrasikan dua metode pengukuran produktivitas lapangan, yaitu durasi siklus dan *work sampling*, dengan pendekatan *machine learning* pada platform Orange untuk mengembangkan model prediksi produktivitas *bore pile*, yang merupakan kombinasi pendekatan yang belum banyak diterapkan dalam penelitian konstruksi pondasi dalam di Indonesia. Model prediksi yang dihasilkan dapat digunakan oleh manajer proyek sebagai alat bantu perencanaan dan pengendalian pelaksanaan pekerjaan *bore pile* secara proaktif, sehingga potensi keterlambatan akibat penurunan produktivitas dapat diantisipasi lebih awal berdasarkan kondisi lapangan yang terukur.

Kata kunci: Produktivitas *Bore pile*, *Work Sampling*, *Machine Learning Orange*

Bore pile foundation work is one of the primary activities in toll road construction projects, and its productivity requires careful attention to ensure that project execution is completed in accordance with the predetermined targets of time, cost, and quality. This study aims to develop a productivity prediction model for *bore pile* work by utilizing machine learning methods on the Orange platform.

Research data were obtained through direct field observation of heavy equipment productivity in *bore pile* work at the Solo–Yogyakarta–NYIA Kulon Progo Toll Road Project Package 2.1, conducted based on the cycle duration method and the work sampling method by measuring productive, semi-productive, and non-productive time to calculate productivity values accurately. In addition, this study also examines factors affecting productivity, including environmental conditions, equipment conditions, weather conditions, labor conditions, and work execution methods. The collected data were subsequently used to develop a productivity prediction model using appropriate machine learning algorithms on the Orange platform.

The results of this study indicate that the productivity of *bore pile* work based on the cycle duration method yielded an average value of 8,47 m/hour with a baseline productivity of 9,32 m/hour, while the work sampling method showed a proportion of productive time of 42%, semi-productive time of 12%, and non-productive time of 45%, with a cumulative Equipment Utilization Rate (EUR) of 45%. Furthermore, inhibiting factors were identified, where the idle environment factor showed a Pearson correlation of $-0,453$, idle equipment $-0,421$, idle material $-0,246$, and idle labor $-0,211$, while idle management demonstrated no significant influence with a correlation value of $-0,026$. The Linear Regression model was selected as the best predictive model with an R^2 value of 0,947, RMSE of 0,199, and MAE of 0,149, followed by SVM with $R^2 = 0,941$ as a competitive alternative. This study integrates two field productivity measurement methods, namely cycle duration and work sampling, with a machine learning approach on the Orange platform to develop a *bore pile* productivity prediction model, representing a methodological combination that has not been widely applied in deep foundation construction research in Indonesia. The resulting prediction model can serve as a practical tool for project managers in proactively planning and controlling *bore pile* work execution, enabling the early anticipation of potential delays caused by productivity decline based on measurable field conditions.

Keywords: *Bore pile* Productivity, Work Sampling, Machine Learning Orange