UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Keandalan Prediksi Kuat Tekan Beton Menggunakan Metode Maturitas Nurse-Saul Berbasis Regresi Logaritmik dan Leave-One-Out Cross Validation
Nabhan Rosyid Fida, Ir. Nur Budi Susanto, S.T., M.Sc., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRAK

Kuat tekan beton merupakan salah satu parameter utama dalam pengendalian mutu pekerjaan beton. Metode maturitas dapat digunakan sebagai pendekatan untuk memperkirakan perkembangan kuat tekan berdasarkan riwayat temperatur dan waktu, tetapi keandalannya bergantung pada hubungan kalibrasi yang digunakan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi keandalan prediksi kuat tekan beton kelas B1 menggunakan metode maturitas Nurse-Saul berbasis regresi logaritmik dan *Leave-One-Out Cross Validation* (LOOCV). Data penelitian berasal dari lima kegiatan pengecoran *pilecap* pada Proyek Jalan Tol Solo–Yogyakarta–NYIA Kulon Progo Seksi II Paket 2.1A. Riwayat temperatur diperoleh dari benda uji silinder pendamping yang dilengkapi *thermocouple*, sedangkan kuat tekan aktual diperoleh melalui pengujian pada umur 3, 7, 14, dan 28 hari, sehingga diperoleh 20 pasangan data maturitas–kuat tekan. Indeks maturitas dihitung menggunakan fungsi Nurse-Saul dengan temperatur datum −10 °C. Validasi dilakukan dengan meninggalkan satu kegiatan pengecoran sebagai data validasi pada setiap iterasi dan menggunakan empat pengecoran lainnya sebagai data kalibrasi. Kinerja model dievaluasi menggunakan MAE, RMSE, MAPE, serta kecenderungan *overestimate* dan *underestimate*. Hasil LOOCV secara keseluruhan menghasilkan MAE sebesar 1,54 MPa, RMSE sebesar 1,88 MPa, dan MAPE sebesar 5,32%. Dari 20 data validasi, 13 data menunjukkan *overestimate* dan 7 data menunjukkan *underestimate*. Berdasarkan umur pengujian, seluruh data umur 3 dan 28 hari menunjukkan *overestimate*, seluruh data umur 7 hari menunjukkan *underestimate*, sedangkan umur 14 hari memiliki eror paling rendah dan arah bias yang lebih seimbang. Pengecoran P1 memberikan performa validasi terbaik, sedangkan P4 menunjukkan eror paling menonjol. Persamaan Iterasi 1 ditetapkan sebagai persamaan kalibrasi paling representatif, yaitu $f'c = 7{,}7967 \ln(M) - 39{,}8731$ dengan $R^2 = 0{,}8944$, serta menghasilkan MAE sebesar 1,50 MPa, RMSE sebesar 1,85 MPa, dan MAPE sebesar 5,16% pada evaluasi representativitas. Persamaan tersebut dapat digunakan sebagai alat bantu prediksi pada kondisi campuran dan pelaksanaan yang sejenis, tetapi tidak dimaksudkan untuk menggantikan pengujian kuat tekan aktual.

Kata kunci: kuat tekan beton, metode maturitas, Nurse-Saul, regresi logaritmik, *Leave-One-Out Cross Validation*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Keandalan Prediksi Kuat Tekan Beton Menggunakan Metode Maturitas Nurse-Saul Berbasis Regresi Logaritmik dan Leave-One-Out Cross Validation
Nabhan Rosyid Fida, Ir. Nur Budi Susanto, S.T., M.Sc., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Concrete compressive strength is one of the primary parameters used in concrete quality control. The maturity method can be applied to estimate strength development based on temperature–time history; however, its reliability depends on the calibration relationship used. This study aims to evaluate the reliability of compressive strength prediction for B1 concrete using the Nurse-Saul maturity method combined with logarithmic regression and Leave-One-Out Cross Validation (LOOCV). The data were obtained from five pile cap casting activities in the Solo–Yogyakarta–NYIA Kulon Progo Toll Road Project, Section II, Package 2.1A. Temperature histories were recorded from companion concrete cylinders equipped with thermocouples, while actual compressive strengths were obtained from tests conducted at 3, 7, 14, and 28 days, resulting in 20 maturity–strength data pairs. The maturity index was calculated using the Nurse-Saul function with a datum temperature of −10 °C. Validation was performed by leaving one complete casting activity out as validation data in each iteration, while the remaining four casting activities were used for calibration. Model performance was evaluated using MAE, RMSE, MAPE, and the tendency toward overestimation or underestimation. Overall LOOCV results yielded an MAE of 1.54 MPa, an RMSE of 1.88 MPa, and a MAPE of 5.32%. Of the 20 validation data points, 13 were overestimated and 7 were underestimated. Based on testing age, all 3-day and 28-day data were overestimated, all 7-day data were underestimated, while the 14-day data showed the lowest prediction error and a more balanced bias direction. Casting P1 produced the best validation performance, whereas P4 showed the most pronounced error. Iteration 1 was selected as the most representative calibration equation, expressed as $f'c = 7.7967 \ln(M) - 39.8731$ with $R^2 = 0.8944$, and produced an MAE of 1.50 MPa, an RMSE of 1.85 MPa, and a MAPE of 5.16% in the representativeness evaluation. The selected equation may be used as a supporting prediction tool under similar mixture and construction conditions; however, it is not intended to replace actual compressive strength testing.

Keywords: concrete compressive strength, maturity method, Nurse-Saul, logarithmic regression, Leave-One-Out Cross Validation